



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

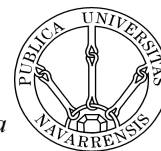
**“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL”**

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

Alumno: David López Ortega

Tutor: Amaia Pérez Ezkurdia

Pamplona, Junio 2014



ÍNDICE:

1.1 INTRODUCCIÓN	5
1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO	5
1.1.2 SITUACIÓN	5
1.1.3 DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA Y SUPERFICIE	6
1.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	7
1.1.5 SUMINISTRO DE ENERGÍA	9
1.1.6 PREVISIÓN DE CARGAS	9
1.1.7 NORMATIVA	13
1.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	15
1.2.1 INTRODUCCIÓN	15
1.2.2 TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN	15
1.2.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN ESCOGIDO	19
1.3 ILUMINACIÓN	20
1.3.1 INTRODUCCIÓN	20
1.3.2 CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS	20
1.3.3 PROCESO DE CÁLCULO	21
1.3.3.1 INFORMACIÓN PREVIA DE LOS FACTORES DE PARTIDA	22
1.3.3.2 FIJACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN	22
1.3.3.3 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y TIPO DE LUMINARIA-LÁMPARA	25
1.3.3.3.1 Sistemas de iluminación	25
1.3.3.3.1.1. Métodos de alumbrados	26
1.3.3.3.2 Tipos de lámparas	27
1.3.3.4 GRADO DE REFLEXIÓN	30
1.3.3.5 FACTOR DE MANTENIMIENTO	30
1.3.3.6 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE UTILIZACIÓN	30
1.3.3.7 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	31
1.3.3.8 JUSTIFICACIÓN DE LAS LÁMPARAS Y LUMINARIAS ESCOGIDAS	31
1.3.4 RESUMEN ALUMBRADO INTERIOR	33
1.3.5 RESUMEN ALUMBRADO EXTERIOR	35
1.3.6 ALUMBRADOS ESPECIALES Alumbrado de emergencia y señalización	36
1.3.6.1 INTRODUCCIÓN	36
1.3.6.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	36
1.3.6.3 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN	40
1.3.6. RESUMEN DE LUMINARIAS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN UTILIZADAS	41



1.4 INSTALACIÓN INTERIOR	42
1.4.1 INTRODUCCIÓN	42
1.4.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES	42
1.4.2.1 CALENTAMIENTO.....	42
1.4.2.2 CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDA DE POTENCIA.....	44
1.4.3 PRESCRIPCIONES GENERALES:(ITC-BT 19).....	44
1.4.3.1 INTRODUCCIÓN	44
1.4.3.2 CONDUCTORES ACTIVOS	44
1.4.3.2.1 Naturaleza de los conductores	44
1.4.3.2.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión	44
1.4.3.2.3 Intensidades máximas admisibles.....	45
1.4.3.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	45
1.4.4 SISTEMAS DE CANALIZACIÓN.....	46
1.4.4.1 CANALIZACIONES	46
1.4.4.2 TUBOS PROTECTORES.....	46
1.4.5 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DE CABLES Y TUBOS	47
1.4.6 RECEPTORES: (ITC BT 43)	49
1.4.6.1 INTRODUCCIÓN	49
1.4.6.2 RECEPTORES A MOTORES: (ITC-BT 47)	49
1.4.6.2.1 Un solo motor	49
1.4.6.2.2 Varios motores.....	49
1.4.6.3 RECEPTORES PARA ALUMBRADO: (ITC-BT 44).....	49
1.4.7 TOMAS DE CORRIENTE.....	50
1.4.7.1 INTRODUCCIÓN	50
1.4.7.2 TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE.....	50
1.4.7.3 SITUACIÓN Y NÚMERO DE TOMAS DE CORRIENTE	51
1.4.8 INTERRUPTORES Y CONTACTORES	53
1.4.9 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA: PROCESO	55
1.4.10 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	56
1.4.11 SOLUCIONES ADOPTADAS	58
1.4.11.1 CONDUCTORES	58
1.4.11.2 CANALIZACIONES	59
1.4.11.2.1 Línea General de Alimentación.....	61
1.4.11.2.2 Canalización General.....	61
1.4.11.2.3 Derivaciones	61
1.5 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN.....	67
1.5.1 INTRODUCCIÓN	67
1.5.2 CONCEPTOS BÁSICOS.....	67
1.5.3 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN	68
1.5.3.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS	69
1.5.3.2 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS.....	69
1.5.3.2.1 Características de los cortocircuitos	70
1.5.3.2.2 Consecuencias de los cortocircuitos	71
1.5.3.3 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO..	71
1.5.3.3.1 Corriente de Cortocircuito máxima	71
1.5.3.3.2 Corriente de Cortocircuito mínima.....	72
1.5.3.4 CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS.....	74



1.5.3.4.1 Impedancia directa.....	74
1.5.3.4.2 Impedancia de línea de MT/AT.....	74
1.5.3.4.3 Impedancia del Transformador de distribución.....	74
1.5.3.4.4 Impedancia de los conductores.....	75
1.5.3.4.5 Impedancia de los automatismos.....	75
1.5.3.4.6 Impedancia directa nueva.....	75
1.5.3.4.7 Impedancia homopolar.....	76
1.5.4 PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS.....	76
1.5.4.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	77
1.5.4.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	77
1.5.5 SOLUCIÓN ADOPTADA.....	78
1.5.5.1 DIFERENCIALES SELECCIONADOS.....	78
1.5.3.5 RESUMEN DE LOS MAGNETOTERMICOS SELECCIONADOS.....	81
1.6 PUESTAS A TIERRA.....	86
1.6.1 INTRODUCCIÓN.....	86
1.6.2 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA.....	86
1.6.3 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA.....	87
1.6.3.1 EL TERRENO.....	87
1.6.3.2 LAS TOMAS DE TIERRA.....	88
1.6.3.2.1 Electrodo.....	88
1.6.3.2.2 Línea de enlace con tierra.....	88
1.6.3.2.3 Punto de puesta a tierra.....	89
1.6.3.3 LA LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA.....	89
1.6.3.4 LAS DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA.....	89
1.6.3.5 LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	90
1.6.4 ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA.....	90
1.6.5 SOLUCIÓN ADOPTADA.....	90
1.7 POTENCIA A COMPENSAR.....	91
1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	93
1.8.1 INTRODUCCIÓN.....	93
1.8.2 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.....	93
1.8.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN MT/BT.....	96
1.8.3.1 POR LA UBICACIÓN.....	96
1.8.3.1.1. Interiores.....	96
1.8.3.1.2 Exteriores.....	96
1.8.3.2 POR LA ACOMETIDA.....	96
1.8.3.2.1 Alimentados por línea aérea.....	96
1.8.3.2.2 Alimentados por cable subterráneo.....	96
1.8.3.3 POR EL EMPLAZAMIENTO.....	96
1.8.3.3.1 Interiores.....	97
1.8.3.3.2 Intemperie.....	97
1.8.4 TIPOS DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	97
1.8.4.1 DE RED PÚBLICA.....	97
1.8.4.2 DE ABONADO.....	97



1.8.5 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	97
1.8.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	98
1.8.7 PROGRAMA DE NECESIDAD Y POTENCIA INSTALADA EN KVA ..	98
1.8.8 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	98
1.8.8.1 OBRA CIVIL	98
1.8.8.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	98
1.8.8.2.1 Edificios de transformación: PFU-5	98
1.8.8.2.2 Envolvente	99
1.8.8.2.3 Placa piso	99
1.8.8.2.4 Accesos.....	99
1.8.8.2.5 Ventilación	100
1.8.8.2.6 Acabado	100
1.8.8.2.7 Alumbrado	100
1.8.8.2.8 Cimentación.....	100
1.8.8.3 CARACTERÍSTICAS DETALLADAS	100
1.8.9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	101
1.8.9.1 INTRODUCCIÓN	101
1.8.9.2 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	101
1.8.9.3 CONSTRUCCIÓN.....	101
1.8.9.4 SEGURIDAD.....	102
1.8.10 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARATURA Y TRANSFORMADORES	103
1.8.10.1 SECCIONAMIENTO COMPAÑÍA: CGMCOSMOS-S Interruptor pasante.....	103
1.8.10.2 PROTECCIÓN GENERAL: CGMCOSMOS-P Protección Fusibles.....	104
1.8.10.3 MEDIDA: CGMCOSMOS-M medida	105
1.8.10.4 EQUIPOS DE MEDIDA	105
1.8.10.5 SECCIONAMIENTO CLIENTE: CGMCOSMOS-L Interruptor Seccionador	106
1.8.10.6 TRANSFORMADOR 1: transformador aceite 24kv	107
1.8.11 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSION	107
1.8.11.1 CUADRO BT-2 TRANSFORMADOR 1: interruptor de carga + fusible	107
1.8.12 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MEDIA DE TENSION Y BAJA TENSION.....	108
1.8.12.1 INTERCONEXIONES DE MT	108
1.8.12.2 EQUIPACIONES VARIAS.....	108
1.8.13 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	108
1.8.14 UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL ..	109
1.8.15 PUESTA A TIERRA	110
1.8.15.1 TIERRA DE PROTECCIÓN	110
1.8.15.2 TIERRA DE SERVICIO.....	110
1.8.15 INSTALACIONES SECUNDARIAS	110

1.1 INTRODUCCIÓN:

1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO:

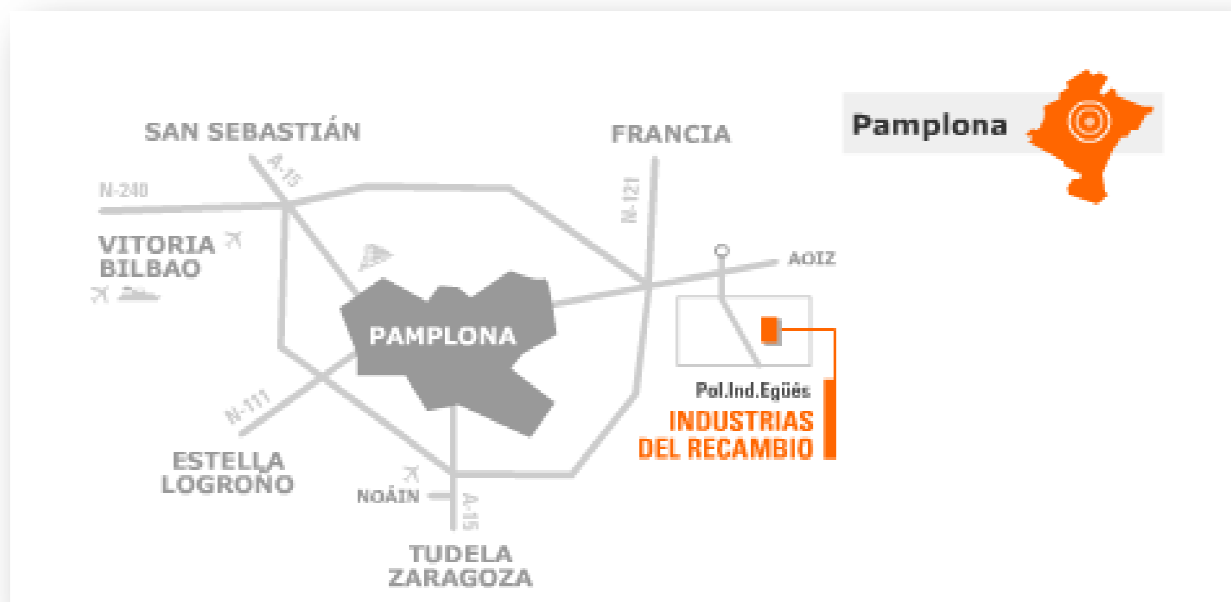
El principal objeto de este proyecto, es la realización de la totalidad de los aspectos eléctricos que integran la construcción de una nave industrial dedicada a la fabricación y montaje de brazos de suspensión para la industria del automóvil, no solo centrándose en la mera instalación en sí, sino abarcando la mayoría de los aspectos eléctricos que conforman la creación de una nueva actividad económica realizando un proyecto por denominarlo “llave en mano” de todos los apartados eléctricos que conforman la empresa.

La instalación eléctrica constará de:

- Centro de transformación de media a baja tensión.
- Instalación de fuerza y mando.
- Protección eléctrica de las líneas que alimentan todas las instalaciones.
- Puestas a tierra del centro de transformación, y de la instalación eléctrica de la nave.
- Instalación de alumbrado: interior, exterior, de emergencia y señalización
- Comprobación y corrección del factor de potencia del centro de transformación y de la instalación.

1.1.2 SITUACIÓN:

La Nave se encuentra situada en el polígono industrial Egüés, calle G, nave 1, Egüés, Comunidad foral de Navarra, España.



F5.1 Detalle de localización

1.1.3 DESCRIPCION DE LA PARCELA Y SUPERFICIE:

La Parcela donde está construida la Nave tiene una superficie de 11.377,63 m², de los cuales 9800 m² constituyen la superficie útil de la Nave Industrial que está compuesta por:

ZONA	DESCRIPCION	SUPERFICIE(m ²)
A	RECEPCION	181,21
B	ALMACEN OFICINA	7,98
C	WC HOMBRES	10,4
D	WC MUJERES	10,4
E	OFICINA	86,24
F	OFICINA	86,24
G	OFICINA	86,24
H	OFICINA	86,24
I	DESPACHO	59,16
J	OFICINA	205,98
K	PASILLO	59
L	SALA DE JUNTAS	143,2
M	COMEDOR	89,67
N	WC MUJERES	59,69
Ñ	WC HOMBRES	74,52
O	PASILLO	38,4
P	PASILLO	19,6
Q	DTO.CALIDAD	182,7
R	OFICINA MUELLE	37,6
S	MUELLE	102
T	EXPEDICIONES	700
U	MANTENIMIENTO	111
V1	ALMACEN	2863,96
V2	PASILLO CENTRAL	540
W	PRODUCCION	3962

TOTAL: **9803,43 (m²)**

1.1.4 DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD:

La nave industrial a construir está destinada a la fabricación de brazos de suspensión para el automóvil, la empresa destinara su producto a las plantas de automóviles para la fabricación de grandes series de coches y también fabricara pequeñas series de brazos como recambios.

La actividad en sí, consiste en la recepción de la materia prima, que principalmente son tres componentes (el brazo de suspensión propiamente dicho, los silentblocks y la rotula), y en la empresa me monta todo y embala.

La actividad consiste en varias líneas de producción, por lo que la nave estará dividida en varias zonas de trabajo:

-Zona de oficinas: Gestión y control de la actividad.

-Zona de Mecanizado: la materia prima de la empresa son los brazos en bruto, es decir, tienen dos tipos de naturaleza; brazos de fundición, que se reciben directamente de distintas fundiciones, y el otro tipo de brazos son los de chapa, que se reciben directamente de una empresa perteneciente al mismo grupo.

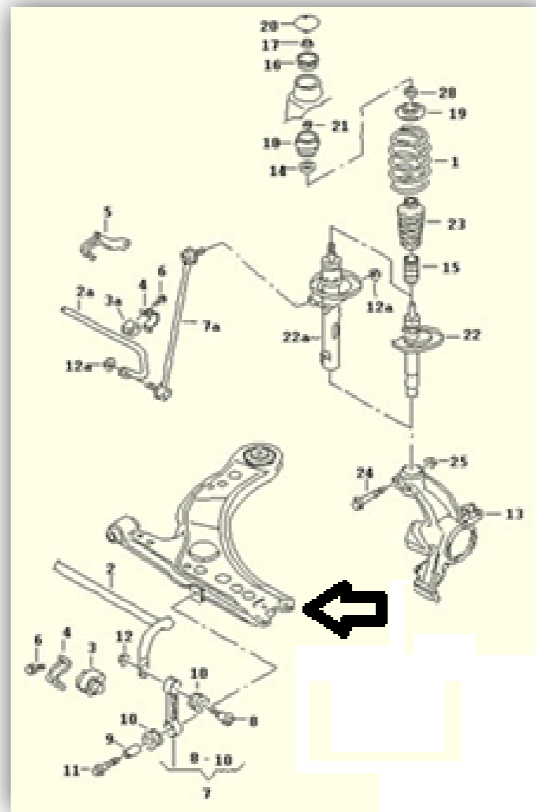
-Zona de Montaje: En esta zona es donde se montan los componentes a los brazos de suspensión para posteriormente embalarlos y enviarlos a su destino.

-Zona de Almacén: Recepción de materia prima y almacenaje de producto terminado.

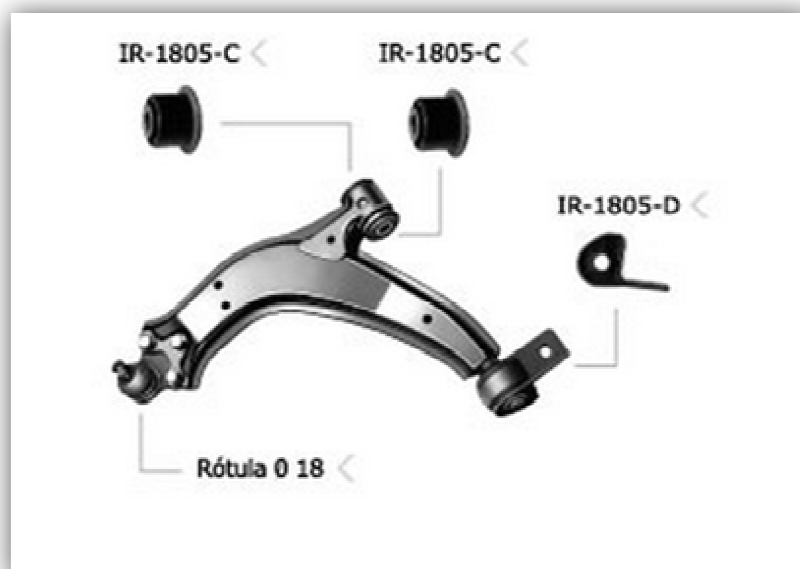


f7.1 Distintos modelos de brazo de suspensión

Detalle del alojamiento de la pieza que se fabricara en la empresa en un conjunto de suspensión:



f8.3 Alojamiento en la suspensión



f8.4 Brazo con sus componentes a montar

1.1.5 SUMINISTRO DE ENERGÍA:

La empresa suministradora es **Iberdrola**, que abastece de energía al polígono industrial en el que está ubicado la nave a Media Tensión. Ésta red proporciona una tensión alterna trifásica de **13,2 KV** a una frecuencia de **50 Hercios**.

La empresa suministradora se compromete, previo acuerdo, a facilitar e instalar una línea aérea hasta el Centro de Transformación de cliente, que realizara la transformación de 13,2Kv a 400v, que será la tensión de servicio apropiada para la actividad.

1.1.6 PREVISIÓN DE CARGAS:

Para la correcta previsión de cargas, se tendrán en cuenta todos los equipamientos necesarios así como de maquinas y herramientas para realizar la actividad empresarial.

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia.

Para la obtención de los datos de partida se han tenido en cuenta todos los consumidores que puedan existir en la instalación aplicando los diferentes coeficientes de utilización y simultaneidad, así como la naturaleza de las cargas.

	CARGA N°	Un (V)	Pcal(w)
MAQUINA 1 CENTRO MECANIZADO 1	1	400	14343,75
MAQUINA 2 CENTRO MECANIZADO 2	2	400	14343,75
MAQUINA 3 PLEGADORA	3	400	5259,375
MAQUINA 4 TORNO 1	4	400	16801,3125
MAQUINA 5 TORNO 2	5	400	16801,3125
MAQUINA 6 FRESADORA 1	6	400	8644,5
MAQUINA 7 FRESADORA 2	7	400	8644,5
MAQUINA 8 TALADRO COLUMNA	8	400	1434,375
MAQUINA 9 ESMERIL	9	400	1434,375
MAQUINA 10 TERMOSELLADORA 1	10	400	3825
MAQUINA 11 TERMOSELLADORA 2	11	400	3825
MAQUINA 12 EMBUTIDORA 1	12	400	2524,5
MAQUINA 13 EMBUTIDORA 2	13	400	2524,5
MAQUINA 14 EMBUTIDORA 3	14	400	2524,5
MAQUINA 15 EMBUTIDORA 4	15	400	2524,5
MAQUINA 16 EMBUTIDORA 5	16	400	2524,5
MAQUINA 17 EMBUTIDORA 6	17	400	2524,5
MAQUINA 18 EMBUTIDORA 7	18	400	2805
MAQUINA 19 EMBUTIDORA 8	19	400	2805



MAQUINA20 EMBUTIDORA 9	20	400	2805
MAQUINA21 EMBUTIDORA 10	21	400	2805
MAQUINA22 EMBUTIDORA 11	22	400	2805
MAQUINA23 EMBUTIDORA 12	23	400	2805
ILUMINACION ZONAS: SA,SB,SC,SD,SI	24	230	4582,8
ILUMINACION ZONAS: SE,SF	25	230	4759,2
ILUMINACION ZONAS: G,H	26	230	4759,2
ILUMINACION ZONA: SJ	27	230	5353,2
ILUMINACION ZONA: SL	28	230	3967,2
ILUMINACION ZONAS: SK, SM, SN,SÑ, SO, SP	29	230	4114,8
ILUMINACION ZONAS: SQ,SR	30	230	2825,55
ALUMBRADO ZONA: SS1	31	230	477,72
ALUMBRADO ZONA: ST1	32	230	3582,9
ALUMBRADO ZONA: ST2	33	230	3582,9
ALUMBRADO ZONA: SU1	34	230	2388,6
ALUMBRADO ZONA: SV1	35	230	3207,6
ALUMBRADO ZONA: SV2	36	230	3207,6
ALUMBRADO ZONA: SV3	37	230	3207,6
ALUMBRADO ZONA: SV4	38	230	3207,6
ALUMBRADO ZONA: SV5	39	230	3207,6
ALUMBRADO ZONA: SV6	40	230	3207,6
ALUMBRADO ZONA: SV7	41	230	3207,6
ALUMBRADO ZONA: SV8	42	230	3207,6
ALUMBRADO ZONA: SV9	43	230	3207,6
ALUMBRADO ZONA: SV10	44	230	3207,6
ALUMBRADO ZONA: SV11	45	230	6283,8
ALUMBRADO ZONA: SW1	46	230	6283,8
ILUMINACION ZONA: SW2	47	230	6283,8
ILUMINACION ZONA: SW3	48	230	6283,8
ILUMINACION ZONA: SW4	49	230	6283,8
ILUMINACION ZONA: SW5	50	230	6283,8
ILUMINACION ZONA: SW6	51	230	6283,8
ILUMINACION ZONA: SW7	52	230	6283,8
ILUMINACION ZONA: SW8	53	230	6283,8
ILUMINACION ZONA: SW9	54	230	6283,8
ILUMINACION ZONA: SW10	55	230	6283,8
ILUMINACION ZONA: SW11	56	230	6283,8
ILUMINACION ZONA: SW12	57	230	6283,8
ALUMBRADO EXTERIOR	58	230	0
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE1	59	230	0
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE2	60	230	0
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE3	61	230	0
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE4	62	230	0



ALUMBRADO EMERGENCIA ZE5	63	230	0
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE6	64	230	0
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE7	65	230	0
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE8	66	230	0
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE9	67	230	0
TOMAS MONOFÁSICAS A	68	230	1840
TOMAS MONOFÁSICAS E,F	69	230	1472
TOMAS MONOFÁSICAS G,H	70	230	1472
TOMAS MONOFÁSICAS I	71	230	736
TOMAS MONOFÁSICAS J1	72	230	1472
TOMAS MONOFÁSICAS J2	73	230	1840
TOMAS MONOFÁSICAS K,O	74	230	736
TOMAS MONOFÁSICAS L	75	230	1150
TOMAS MONOFÁSICAS M	76	230	1472
TOMAS MONOFÁSICAS N,Ñ	77	230	1150
TOMAS MONOFÁSICAS ZONAS Q ,R	78	230	1150
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO 1	79	230	184
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO 2	80	230	184
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO 2.1	81	230	184
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO 2.2	82	230	184
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO 3	83	230	184
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO 3.1	84	230	883,2
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO 3.2	85	230	883,2
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO 3.3	86	230	883,2
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO 5	87	230	184
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO 6	88	230	184
TOMAS TRIFÁSICAS CUADRO 2	89	400	554,25
TOMAS TRIFÁSICAS CUADRO 2.1	90	400	554,25
TOMAS TRIFÁSICAS CUADRO 2.2	91	400	554,25
TOMAS TRIFÁSICAS CUADRO 3	92	400	554,25
TOMAS TRIFÁSICAS CUADRO 3.1	93	400	2660,4
TOMAS TRIFÁSICAS CUADRO 3.2	94	400	2660,4
TOMAS TRIFÁSICAS CUADRO 3.3	95	400	2660,4
MANIOBRA CUADRO 1	96	230	23
MANIOBRA CUADRO 2	97	230	23
MANIOBRA CUADRO 2.1	98	230	23
MANIOBRA CUADRO 2.2	99	230	23
MANIOBRA CUADRO 3	100	230	23
MANIOBRA CUADRO 5	101	230	23
MANIOBRA CUADRO 6	102	230	23
COMPRESOR	103	400	2062,5
CARGADOR CARRETILA 1	104	400	1125
CARGADOR CARRETILA 2	105	400	1125
CARGADOR CARRETILA 3	106	400	1125



MOTOR PUERTA	107	230	137,5
ALARMA	108	230	350
CALEFACTOR 1	109	400	750
CALEFACTOR 2	110	400	750

TOTAL(W):	317705,52 W
------------------	--------------------

Tras la realización de los cálculos, aplicando los factores de utilización, simultaneidad y factores correctores oportunos se obtiene una potencia calculada de unos 320Kw.



1.1.7 NORMATIVA

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- RBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobre intensidades.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996(UNE - NP): Aparamenta de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE - NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparamenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1(UNE): Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898 (UNE - NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobre intensidades.
- Gobierno de Navarra
- EN 60 898 (UNE - NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobre intensidades.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobre intensidades.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección



- EN-IEC 60 269-1(UNE): Fusibles de baja tensión.
- EN-IEC 60 947-2:1996(UNE - NP): Aparamenta de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE - NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparamenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.

1.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCION

1.2.1 INTRODUCCIÓN:

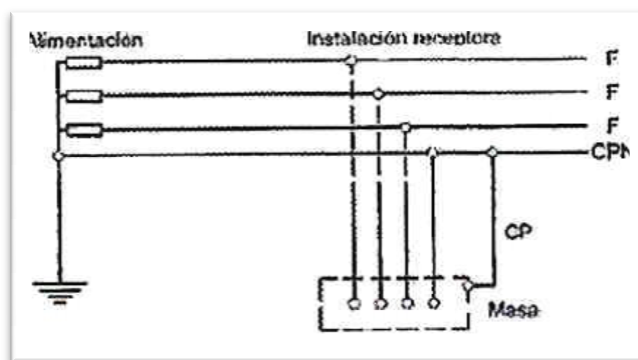
Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobre intensidades, así como de las especificaciones de la Aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora por otro.

1.2.2 TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCION:

Se describen a continuación aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación:

- Esquema TN:



f15.1 Esquema TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo, lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección a tierra en el punto de entrada de cada edificio o establecimiento.

Las características de los dispositivos de protección y las secciones de los conductores se eligen de manera que, si se produce en un lugar cualquiera un fallo, de impedancia despreciable, entre un conductor de fase y el conductor de protección o una masa, el corte automático se efectúe en un tiempo igual, como máximo, al valor especificado, y se cumpla la condición siguiente:

$$Z_s \times I_a \leq U_0 \quad (\text{formula 16.1})$$

donde;

Zs: es la impedancia del bucle de detecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente.

Ia: es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de corte automático en un tiempo como máximo igual al definido en la tabla t16.1 para tensión nominal igual a U0. En caso de utilización de un dispositivo de corriente diferencial-residual, la es la corriente diferencial asignada.

U0: es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

U ₀ (V)	Tiempo de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Tabla t16.1

En el esquema TN pueden utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual (Diferenciales).

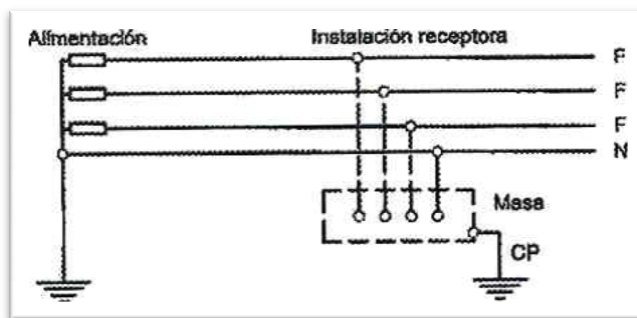
Existen tres tipos diferentes de esquemas TN que se distinguen según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

-Esquemas TN-S: El conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.

-Esquema TN-C: Las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema.

-Esquema TN-C-S: Las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.

En estos tipos de esquema cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es Una intensidad de cortocircuito.

Esquema TT:*f17.1 Esquema TT*

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

El punto neutro de cada generador o transformador, o si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

La corriente de fallo está fuertemente limitada por la impedancia de las tomas de tierra, pero puede generar una tensión de contacto peligrosa. La corriente de fallo es generalmente demasiado débil como para requerir protecciones contra sobre intensidades, por lo que se eliminará preferentemente mediante un dispositivo de corriente diferencial residual.

$$R_A \times I_a \leq U \quad (\text{formula 17.1})$$

Donde;

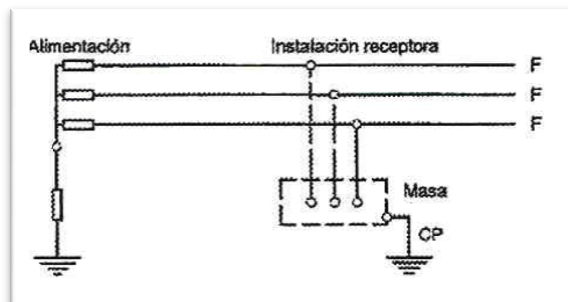
R_A : es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a : es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

U : es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos).

En el esquema TT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial - residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Esquema IT:

f18.1 Esquema IT

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra. La instalación debe de estar aislada de tierra o conectada a tierra a través de una impedancia de valor lo suficientemente alto. Esta conexión se efectúa bien sea en el punto neutro de la instalación, si está montada en estrella, o en un punto neutro artificial.

La intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas. Lo que hace que el corte no sea imperativo. Sin embargo, se deben tomar medidas para evitar cualquier peligro en caso de aparición de dos fallos simultáneos.

$$R_A \times I_d \leq U_L \quad (\text{formula 18.1})$$

Donde;

R_A: Es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.

I_d: Es la corriente de defecto en caso de un primer defecto franco de baja impedancia entre un conductor de fase y una masa. Este valor tiene en cuenta las corrientes de fuga y la impedancia global de puesta a tierra de la instalación eléctrica.

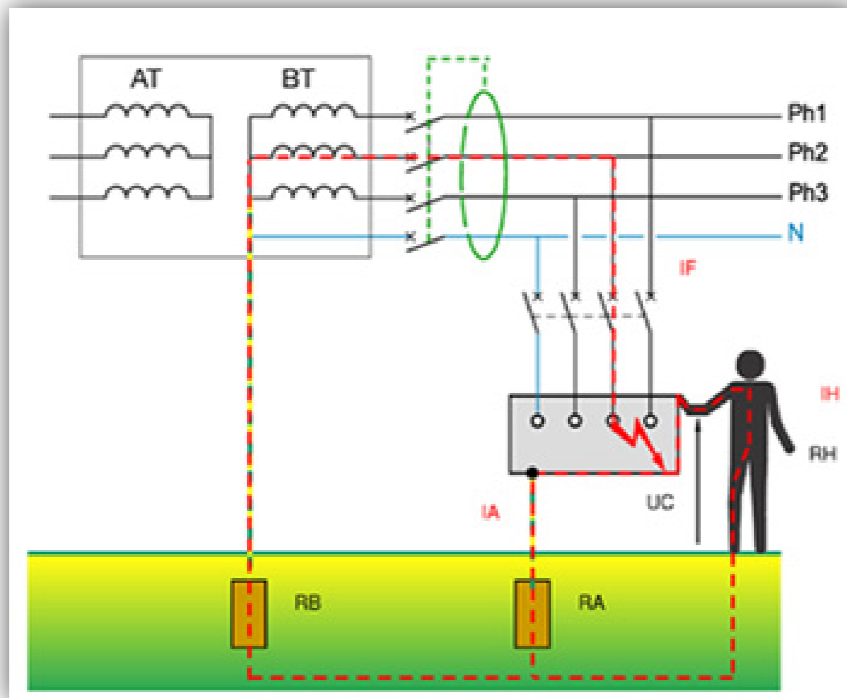
U_L: Es la tensión de contacto límite convencional.

En el esquema IT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Controladores permanentes de aislamiento.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

1.2.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCION ELEGIDO:

El esquema de distribución elegido para distribuir las líneas que alimentan la Nave Industrial, es el esquema TT. A pesar de que la solución más segura sea elegir el esquema IT, pero debido a los problemas que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación a la instalación nos hace desechar esta opción, y el TT es el más extendido en nuestro entorno.



f19.1 Esquema TT

Como se aprecia en la figura, la instalación deberá tener protección diferencial, y magneto térmica.



1.3 ILUMINACIÓN:

1.3.1 INTRODUCCIÓN

El objeto del alumbrado es dotar de la iluminación necesaria a una instalación, ya sea complementando la luz natural o en su defecto reemplazarla, para que se pueda realizar la actividad adecuadamente.

Se clasifican en tres tipos:

- Iluminación interior
- Iluminación exterior
- Iluminación de seguridad y de emergencia

1.3.2 CONCEPTOS LUMINOTECNICOS:

Para la realización del proyecto se han de tener en cuenta unos conceptos básicos sobre luminotecnica:

Flujo luminoso (Φ_v): Es la magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. Es la energía luminosa emitida por unidad de tiempo. La unidad es el Lumen (Lm)

Lumen (lm): Es el flujo luminoso emitido por un foco puntual de una Candela de intensidad sobre una porción esférica de un metro cuadrado a la distancia de un metro que corresponde a un ángulo sólido de un estereoradián.

Iluminancia (E): Es el flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Es el cociente entre el flujo luminoso recibido por un elemento de la superficie que contiene al punto y el área de dicho elemento.

Lux (Lx): Se define como la iluminancia producida por un flujo de un lumen que se distribuye uniformemente sobre una superficie de un metro cuadrado.

Luminancia: Es la intensidad luminosa en una dirección dada por unidad de superficie aparente iluminada. Su unidad es $\text{Cd} \cdot \text{m}^2$.

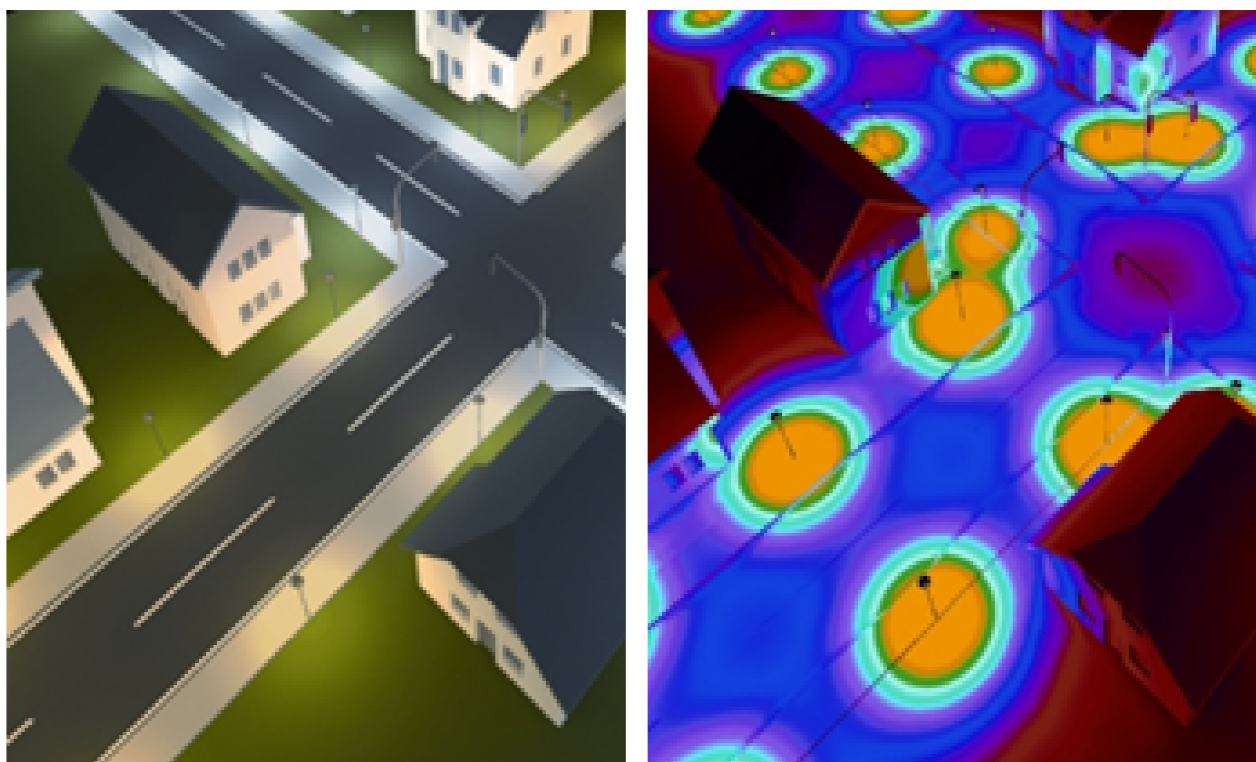
Rendimiento luminoso o eficacia luminosa: Es la relación entre el flujo emitido por la fuente y la potencia empleada para obtener tal flujo.

Temperatura del color: La temperatura de color de una fuente de luz es la correspondiente a la temperatura del "cuerpo negro" que presenta el mismo color de la fuente. Su unidad de medida es el grado Kelvin (K).

1.3.3 PROCESO DE CALCULO

Aunque existe un método de cálculo tradicional que se fundamenta en el cálculo numérico mediante la utilización de formulas y tablas, me parece más acertado la utilización de un programa informático de los distintos que existen en el mercado, que en este caso el elegido es **DIALUX** (<http://www.dial.de/>).

La utilización de un entorno informático ofrece mayores prestaciones y parámetros de cálculo, y ofrecen la simulación en entornos reales con elementos reales.



f21.1 Ejemplo de simulación con DIALUX

Para poder realizar los cálculos se deben conocer con anterioridad parámetros sobre el edificio, que ayudaran a ajustarse lo más preciso posible a la realidad, que son los siguientes:

- Geometría y dimensiones del local
- Iluminancia mantenida según la actividad del recinto
- Determinar el tipo de iluminación y de luminaria:
- Grado de reflexión
- Factor de mantenimiento
- Tipo y montaje de la luminaria

1.3.3.1 INFORMACIÓN PREVIA DE LOS FACTORES DE PARTIDA:

Geometría y dimensiones del local:

Las prestaciones de DIALUX ofrecen la posibilidad de importar archivos directamente desde AutoCAD, por lo que directamente obtendremos la geometría exacta y solo necesitaremos la altura del recinto para obtener un entorno en tres dimensiones.

Para definir las magnitudes fundamentales de un sistema de alumbrado, es necesario especificar los requisitos mínimos de forma que se satisfagan las necesidades de confort y prestaciones visuales y deben ser estudiados en función de las tareas que se vayan a realizar, ya que pueden variar significativamente de unas a otras.

La Norma Europea UNE-EN 12464-1, respecto a la iluminación de los lugares de trabajo en interior, define los parámetros recomendados para los distintos tipos de áreas, tareas y actividades.

1.3.3.2 FIJACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN:

- Zona de oficinas:**

Oficinas				
Lugar o Actividad	Em (lux) ⁽¹⁾	UGR _L ⁽²⁾	Ra ⁽³⁾	Observaciones
Archivos, copiadoras, áreas de circulación	300	19	80	
Lectura, escritura, mecanografía, proceso de datos	500	19	80	Acondicionar las pantallas de visualización
Dibujo Técnico	750	16	80	
Diseño asistido (CAD)	500	19	80	Acondicionar las pantallas de visualización
Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	
Puestos de recepción	300	22	80	
Almacenes	200	25	80	
Pasillos y vías de circulación	100	28	40	
Servicios y aseos	100	25	80	
Salas de descanso	100	22	80	

t22.1 Nivel Iluminación

• **Actividades industriales y artesanales:**

2.13 Trabajo y tratamiento de metales

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
2.13.1	Forja en troquel abierto	200	25	60	
2.13.2	Estampación en caliente	300	25	60	
2.13.3	Soldadura	300	25	60	
2.13.4	Mecanización basta y media: tolerancias $\geq 0,1$ mm	300	22	60	
2.13.5	Mecanización de precisión; pulido: tolerancias $< 0,1$ mm	500	19	60	
2.13.6	Trazado, inspección	750	19	60	
2.13.7	Talleres de estirado de hilos y tubos; conformado en frío	300	25	60	
2.13.8	Mecanización de chapas: espesor ≥ 5 mm	200	25	60	
2.13.9	Chapistería: espesor < 5 mm	300	22	60	
2.13.10	Fabricación de herramientas; fabricación de equipo de corte	750	19	60	
2.13.11	Montaje:				
	– basto	200	25	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
	– medio	300	25	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
	– fino	500	22	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
	– precisión	750	19	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
2.13.12	Galvanización	300	25	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
2.13.13	Preparación de superficies y pintura	750	25	80	
2.13.14	Fabricación de herramientas, patrones, mecánica de precisión, micromecánica	1 000	19	80	

t23.1 Actividades

Además hay que destacar que cuando la diferencia de nivel de iluminación entre dos locales contiguos sea superior al 20 por 100, el nivel menos iluminado de ambos no será inferior a 200 Lux. En el de un local desprovisto totalmente de ventanas o huecos de iluminación natural, el nivel de iluminación no será inferior a 500 Lux.

Interpretación de las tablas:

-Iluminancia mantenida (E_m):

Los valores dados en las tablas son iluminancias mantenidas por debajo de los cuales no debe caer la iluminancia media de una tarea. Estos valores tienen en cuenta aspectos pico-fisiológicos como el confort visual y el bienestar, ergonomía visual, experiencia práctica, seguridad y economía.

En la fase de diseño de un sistema de iluminación es recomendable establecer un nivel de iluminación inicial superior al E_m recomendado, ya que con el tiempo el nivel de iluminación va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como a la suciedad acumulada en luminarias, techos y suelos.



-Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR):

Los valores dados en las tablas se corresponden con el valor límite del Índice de Deslumbramiento Unificado (UGRL), que va de 10 a 31, para cada una de las tareas con el fin de evitar el deslumbramiento molesto.

El valor del UGR de las distintas áreas de una instalación de iluminación no debe superar estos valores. Este índice es una manera de determinar el tipo de luminaria que debe usarse en cada una de las aplicaciones teniendo en cuenta el posible deslumbramiento que puede provocar debido a la óptica y posición de las lámparas.

El deslumbramiento tiene especial importancia en aquellos lugares donde la estancia es prolongada o donde la tarea es de mayor precisión.

Las propiedades de color de un sistema de iluminación son muy importantes debido a que las personas responden a los colores que ven a su alrededor. Las propiedades de color de una fuente de luz están definidas por:

— La apariencia de color de la lámpara o Temperatura de Color (Tc), o impresión recibida cuando miramos la propia luz.

— El índice de reproducción cromática (Ra):

Capacidad de la fuente de luz para reproducir con fidelidad los colores de los objetos que ilumina.

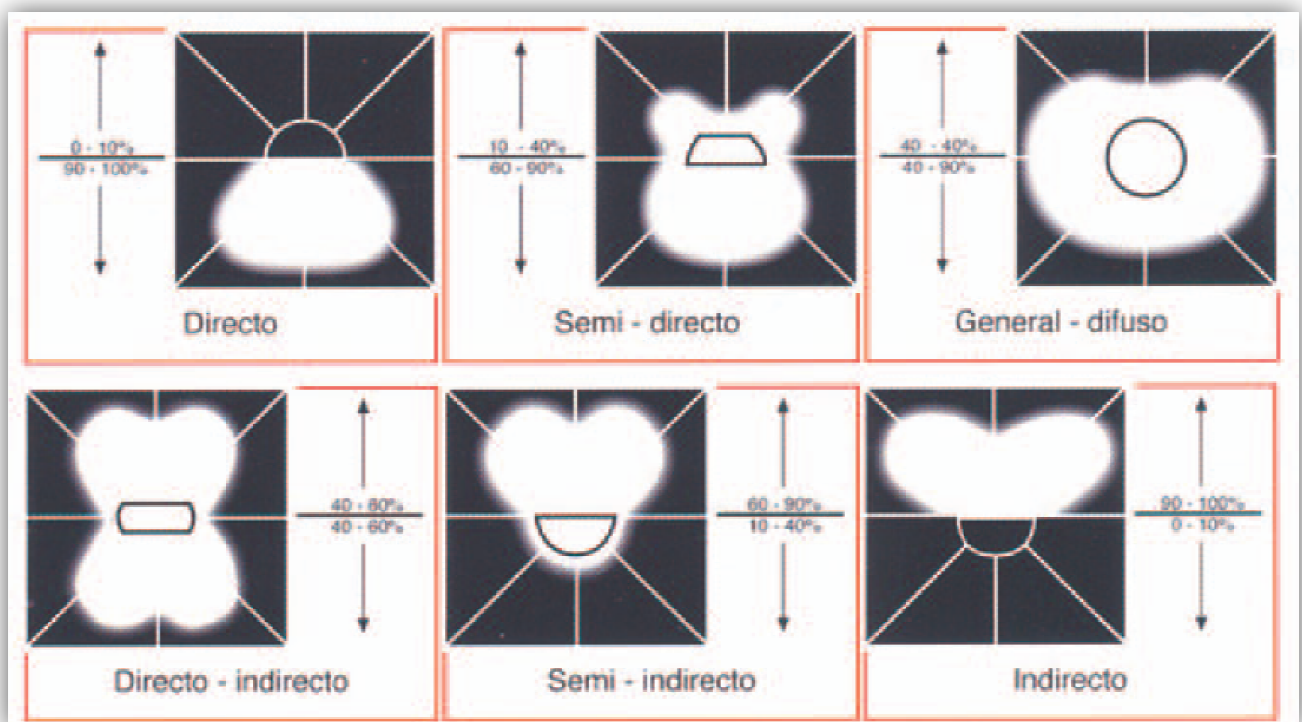
La norma establece un $Ra > 80$ para iluminar cualquier zona en la que haya permanencia de personas, y no ocasional como podría suceder en corredores o pasillos.

1.3.3.3 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y TIPO DE LUMINARIA- LÁMPARA:

Dependerá de las actividades que se realicen en el recinto, se suelen utilizar los tipos directo, semidirecto, uniforme, semidirecto e indirecto respectivamente.

1.3.3.3.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN:

La elección del tipo de iluminación dependerá del destino que se dé al ambiente iluminado, el tipo de sombras deseado, la calidad del trabajo realizado con esa luz, y las funciones artísticas que de la iluminación se esperan como elemento decorativo.



f 25.1 Sistemas iluminación

- Directa:

Es la distribución totalmente direccional hacia el suelo.

Produce una fuerte iluminación de la parte inferior del ambiente y deja una sombra intensa en el techo y parte de las paredes

Produce sombras fuertes, de gran contraste, especialmente indicado para ambientes de paredes y techos oscuros, locales industriales, de dibujo ó de trabajo visual intenso, locales de gran altura.



- Semi-directa:

Es la distribución direccional hacia el suelo, con una parte del flujo direccional hacia el techo.

Se emplea cuando se desea una intensa iluminación sobre los objetos, pero con sombras atenuadas y de menor contraste.

- Uniforme:

El flujo se dirige de igual manera en todas direcciones.

- Indirecta:

Distribución totalmente direccional hacia el techo que da una distribución indirecta del flujo luminoso.

Útil para la iluminación de salas de recepción, grandes vestíbulos, escalinatas, cinematógrafos, museos, ambientes de estar.

- Semi-indirecta:

Distribución direccional hacia el techo con una parte del flujo hacia el suelo.

Produce una iluminación agradable con sombras suaves y cierto efecto artístico. Es el más apropiado para todos aquellos ambientes donde no se realiza una labor que exija iluminación intensa en el plano de trabajo (negocios – confiterías – restaurantes – habitaciones).

1.3.3.1.1 MÉTODOS DE ALUMBRADO

Con cada uno de los cinco tipos de iluminación descritos con anterioridad, se pueden obtener tres clases o métodos de alumbrado, según la distribución de la luz en el local a iluminar.

- Alumbrado general:

Se trata de un alumbrado uniforme de un espacio, sin tener en cuenta las necesidades particulares de ciertas zonas determinadas. La iluminación media deberá ser igual al nivel de iluminación que requiera la tarea específica visual. Presenta como ventaja que se pueden cambiar los puestos de trabajo sin modificar las luminarias. Es por antonomasia, el método de distribución uniforme de la luz.

La distribución luminosa más normal, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas por columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas (reajustadas por exceso o por defecto al número de luminarias calculado).

Por razones de uniformidad, la distancia entre luminarias, no puede ser mayor que un determinado valor. Este valor depende de la altura de montaje, del nivel de iluminación, así como de las características propias del local y de la luminaria. Generalmente, la distancia entre luminarias es doble que entre estas y las paredes.

- Alumbrado general localizado:

Alumbrado general en zonas especiales de trabajo, donde se necesita un alto nivel de iluminación, siendo suficiente la iluminación general para las zonas contiguas, de modo que este tipo de alumbrado se caracteriza por la concentración de luminarias.

- Alumbrado suplementario:

Alumbrado que proporciona un alto nivel de iluminación en puntos específicos de trabajo, mediante la combinación del alumbrado general o del alumbrado general localizado.

1.3.3.3.2 TIPOS DE LÁMPARAS:

Para la elección del tipo de lámpara se tendrán en cuenta las nuevas recomendaciones y directivas europeas referentes al ahorro de energía, que obligan a la desaparición de ciertos materiales en estos próximos años.

Por lo que se procurara realizar una instalación consecuente con el medio ambiente y que no se quede desfasada en pocos años.

Plan de retirada de las lámparas ineficientes

Septiembre de cada año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Lámparas incandescentes mates					No permitidas				
Lámparas incandescentes claras 100W					No permitidas				
Lámparas incandescentes claras 75W	Permitidas				No permitidas				
Lámparas incandescentes claras 60W	Permitidas				No permitidas				
Lámparas incandescentes claras 15W, 25W, 40W	Permitidas				No permitidas				
Abril de cada año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Lámparas TL-D estándar (/33, /54)	Permitidas				No permitidas				
Lámparas T12		Permitidas			No permitidas				
Lámparas de vapor de mercurio			Permitidas				No permitidas		
Sistema convencional fluorescente (EM)				Permitidas				No permitidas	

f27.1 Plan de retirada de Lámparas ineficientes



Descripción de los diferentes tipos de lámparas:

- Lámparas Fluorescentes tubulares:

Constan de un tubo de vidrio lleno de gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, inicialmente en forma líquida, y en cada uno de sus extremos va alojado un electrodo sellado herméticamente. Su funcionamiento se basa en la descarga de vapor de mercurio a baja presión.

No pueden funcionar mediante conexión directa a la red, necesitan un dispositivo (balasto) que limite el flujo de la corriente eléctrica a través de ella y que también proporcione el pico de tensión necesario para el encendido de la lámpara.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Con un periodo de funcionamiento de 3 horas por encendido, la duración útil de las lámparas se estima entre 5000 y 7000 horas, según los tipos. Para un tiempo de 6 horas, ésta aumenta en un 25 % y si fuera de 12 horas llegaría a aumentar en un 50 %.
- Los tonos de color varían en función de las sustancias fluorescentes empleadas. Según la temperatura de color pueden ser: cálidas (< 3000 °K), intermedias ($3300 - 5000$ °K) y frías (> 5000 °K).

- Lámparas de halogenuros metálicos:

Su constitución es similar a las de vapor de mercurio a alta presión, conteniendo halogenuros (indio, talio, etc.) que mejoran la eficacia y el rendimiento de color. No producen apenas radiaciones ultravioletas por lo que se construyen normalmente transparentes y con ampollas cilíndricas. Las condiciones de funcionamiento son similares a las de vapor de mercurio.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Debido a los halogenuros necesitan tensiones de encendido de 1,5 a 5 KV, producidas por el correspondiente cebador.
- Algunos tipos permiten el reencendido inmediato en caliente mediante el empleo de arrancadores, que producen picos de tensión de 35 a 60 KV.
- La temperatura de color es de 6000°K .
- Elevado rendimiento luminoso (70-90 lm/W).
- Buena reproducción cromática.

Debido a las características que tienen este tipo de lámparas tiene gran variedad de aplicaciones, tanto para alumbrado interiores, como exteriores.



- Lámparas de vapor de Sodio a alta presión:

Desarrolladas con el objeto de mejorar el tono y la reproducción de la luz, ya que su distribución espectral permite distinguir todos los colores de la radiación visible.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Tienen un rendimiento luminoso alto (120 lm/W).
- La tensión de encendido es de 1,5 a 5 kV, por lo que debe ser proporcionada por un arrancador que puede estar incluido en la lámpara, o bien, ser un elemento totalmente ajeno a la misma.
- El tiempo de encendido es corto (a los 4 minutos produce el 80 % del flujo nominal). El re encendido dura menos de un minuto.
- La vida útil es de 8000-12000 horas.
- La temperatura de color es de 2200°K (apariencia cálida).
- El índice de reproducción cromática es de 27.
- Se emplean en alumbrado público e industrial de naves altas.

- Lámparas de vapor de Sodio a baja presión:

En estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio a baja presión. Al conectar la lámpara se produce una descarga a través del neón cuyo calor generado produce la vaporización progresiva del sodio, pasándose a efectuar la descarga a través del mismo.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- La tensión de encendido varía según el tipo de 500 a 1500V, por lo que su conexión a la red se debe realizar a través de un autotransformador.
- El tiempo de encendido es de unos 15 minutos, y el reencendido necesita de 3 a 7 minutos.
- La vida media es de 15000 horas.

Se emplean cuando se precisa gran cantidad de luz sin importar demasiado su calidad (carreteras, alumbrado de seguridad, etc.).

1.3.3.4 GRADO DE REFLEXIÓN:

Hay que tener en cuenta los colores y materiales de las paredes, suelo y techo. Cuando más oscuro y rugoso sean, menos reflejan la luz. Por el contrario, una superficie blanca y lisa refleja aproximadamente el 80 % de la luz que incide sobre ella.

-Algunos valores orientativos de los factores de reflexión:

Color	Factor de reflexión	Material	Factor de reflexión
Blanco	0,70-0,85	Mortero claro	0,35-0,55
Gris claro	0,40-0,50	Mortero oscuro	0,20-0,30
Gris oscuro	0,10-0,20	Hormigón claro	0,30-0,50
Negro	0,03-0,07	Hormigón oscuro	0,15-0,25
Crema, amarillo	0,50-0,75	Arenisca	0,30-0,40
Marrón claro	0,30-0,40	Ladrillo claro	0,30-0,40

Dialux ya tiene implementados factores de reflexión dependiendo del material y el color del local, por lo que se utilizara esa aplicación directamente.

1.3.3.5 FACTOR DE MANTENIMIENTO:

Este coeficiente, que depende básicamente del mantenimiento, queda a criterio del diseñador y puede variar entre 0,50 (muy malo) y 0,80 (muy bueno).

Las condiciones de conservación ó mantenimiento de la instalación de iluminación, configuran un factor de gran incidencia en el resultado final de un proyecto de alumbrado.

Todos los elementos que contribuyen a la obtención del nivel de iluminación deseado sobre el plano de trabajo, sufren con el tiempo un cierto grado de depreciación. Las lámparas sufren pérdidas en el flujo luminoso emitido, ya sea por envejecimiento, acumulación de polvo sobre su superficie, efectos de la temperatura, etc. Las pantallas reflectoras de las luminarias pierden eficiencia.

1.3.3.6 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE UTILIZACIÓN:

El factor de utilización de un sistema de alumbrado es la relación que existe entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo y el flujo total que emiten las lámparas instaladas.

Este es un factor muy importante para el cálculo del alumbrado, a la vez que complejo y difícil de calcular, pues depende de una diversidad de factores como son: el valor adecuado del nivel de iluminación, el sistema de alumbrado, las luminarias, las dimensiones del local, la reflexión (techos, paredes y suelos) y el factor de mantenimiento.

En general, para su detección, existen valores tabulados según cada fabricante, pero en nuestro caso, al utilizar un programa informático el cálculo será automático.

1.3.3.7 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS:

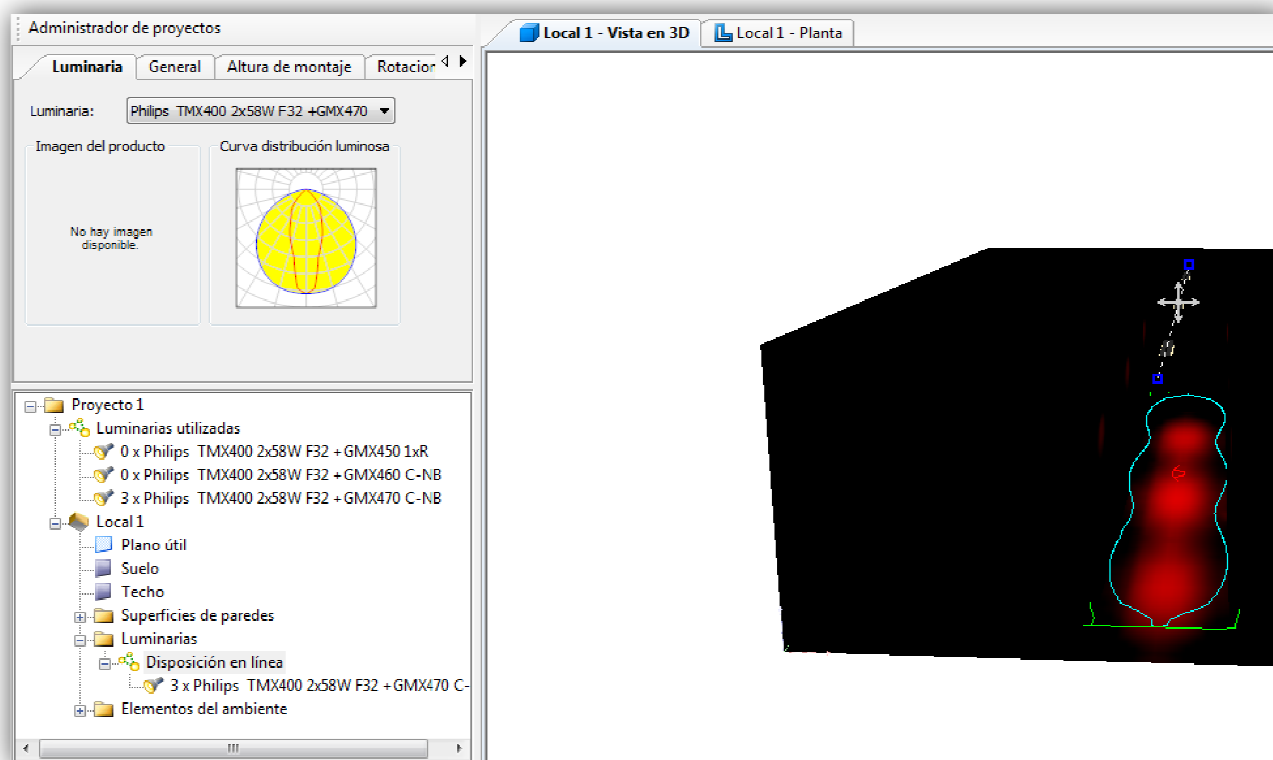
La distribución de las luminarias más uniforme, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas y columnas, aunque esto queda totalmente definido en *Dialux*, ya que se generan automáticamente

1.3.3.8 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCION DE LUMINARIAS:

Tanto para las luminarias interiores, exteriores, como alumbrado de emergencia, se ha procedido a realizar una simulación en *Dialux* con distintos tipos de luminaria utilizando la biblioteca de Philips, y según la potencia, la superficie y los demás parámetros se ha escogido la solución que menos potencia requiera para cumplir las exigencias.

El procedimiento es el siguiente;

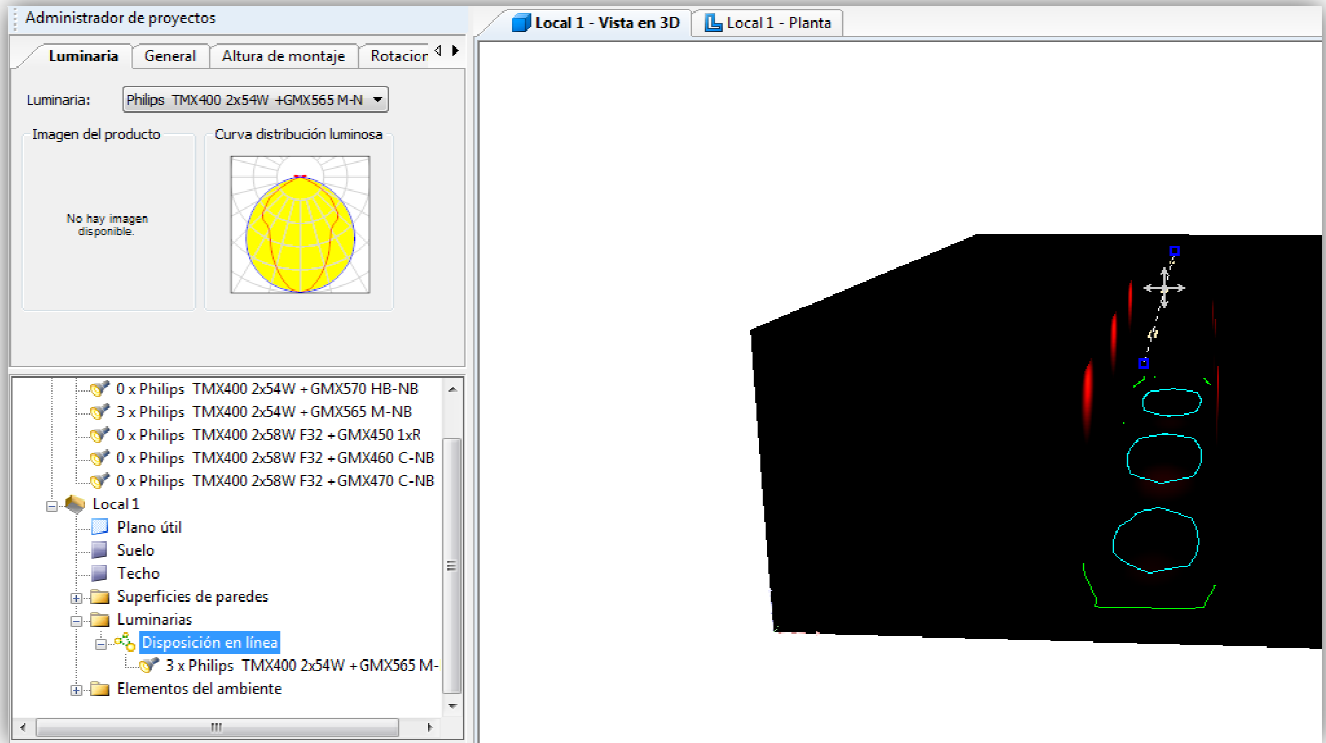
En un local determinado se coloca un modelo de los posibles, en este caso la “**Philips TMX400 2x58W F32 + GMX470**” y se realiza la simulación,



F31.1 Vista de la simulación en Dialux utilizando la **GMX470**

En la figura se puede observar que en el lado izquierdo, en el árbol de carpetas, en la carpeta que se llama “Luminarias”, se han obtenido 3 luminarias, y en la parte derecha, la línea azul representa el límite que está dentro de los márgenes de la iluminación requerida, en este caso 100 lux.

Después en el mismo local se coloca otro modelo de lámpara, en este caso la “**Philips TMX400 2x58W F32 + GMX565 M-NB**”, vemos que conseguimos menos iluminación que con el anterior, y utilizando la misma potencia, así que este modelo es claramente peor.



*f32.1 Vista de la simulación en Dialux utilizando la **GMX565 M-NB***

Se prueba con otros modelos para llegar a una conclusión que cumpla las condiciones pero que no necesite excesiva potencia, o un número elevado de puntos de luz.

1.3.4 RESUMEN ALUMBRADO INTERIOR:

Tabla resumen de los parámetros utilizados para la realización de los cálculos y simulaciones con el programa informático, la descripción de la zona y distribución, puede observarse en el plano correspondiente a iluminación del apartado N°3 del proyecto, en el que se detallan los planos.

Los diferentes grados de reflexión, se deben al color que están pintadas las paredes y al material de construcción.

ZONA	SUPERFICIE	Reflexión (%)			Iluminación requerida (lux)	Factor mantenimiento
		Suelo	Techo	Pared		
SA1	102.93 m ²	68	78	35	300	0.8
SA2	79.20 m ²	68	78	38	100	0.8
SA3	25.48 m ²	68	78	50	100	0.8
SB	7.98 m ²	68	78	86	200	0.8
SC	10.40 m ²	68	78	68	100	0,8
SD	10.40 m ²	68	78	68	100	0,8
SE	86.24 m ²	68	78	50	500	0,8
SF	86.24 m ²	68	78	50	500	0,8
SG	86.24 m ²	68	78	50	500	0.8
SH	86.24 m ²	68	78	50	500	0.8
SI	59.16 m ²	78	78	42	500	0.8
SJ	205.98 m ²	68	78	37	500	0.8
SK	59.00 m ²	68	78	50	100	0.8
SL	143.20 m ²	68	78	43	500	0.8
SM	89.67 m ²	68	78	45	200	0.8
SN	59.69 m ²	68	78	78	200	0.8
SÑ	74.52 m ²	68	78	78	200	0.8
SO	38.40 m ²	68	78	48	100	0.8
SP	19.60 m ²	20	75	50	100	0.8
SQ1	46.08 m ²	27	78	78	500	0.8
SQ2	136.62 m ²	27	78	50	200	0.8
SR	37.60 m ²	27	78	50	300	0,8
SS	102.00 m ²	27	78	37	200	0.8
ST	700.00 m ²	27	80	79	200	0.8
SU	111.00 m ²	27	78	73	200	0.8
SV	2863.96 m ²	27	80	80	200	0.8
SV11	540.00 m ²	27	80	80	100	0.8
SW	3962.00 m ²	27	80	80	500	0.8

t33.1 Tabla resumen de los parámetros utilizados en los cálculos.

Resumen final en el que se detalla el tipo de luminaria, cantidad y potencias empleadas.

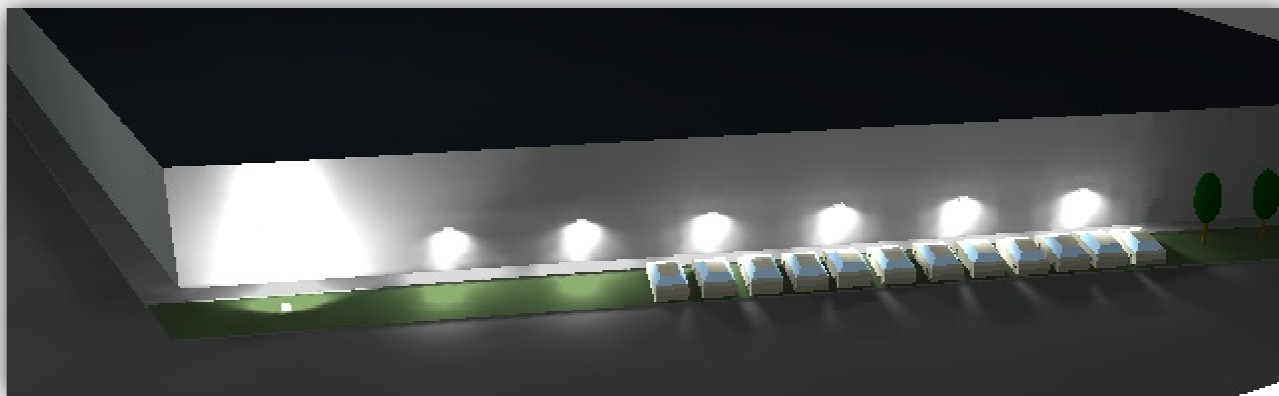
ZONA	TIPO DE LUMINARIA	Nº luminarias	Ø unitario [lm]	Ø total [lm]	P. unitaria [W]	P. total [W]
SA1	Philips TBS460 3x20W D8-VH	8	4950	39600	68	544
SA2	Philips BBS490	5	2045	10225	35	175
SA3	Philips TBS460 3x20W D8-VH	2	4950	9900	68	136
SB	Philips BBS490	1	2045	2045	35	35
SC	Philips BBS490	1	2045	2045	35	35
SD	Philips BBS490	1	2045	2045	35	35
SE	Philips TBS460 3x20W D8-VH	12	4950	59400	68	816
SF	Philips TBS460 3x20W D8-VH	12	4950	59400	68	816
SG	Philips TBS460 3x20W D8-VH	12	4950	59400	68	816
SH	Philips TBS460 3x20W D8-VH	12	4950	59400	68	816
SI	Philips TBS460 3x20W D8-VH	9	4950	44550	68	612
SJ	Philips TBS460 3x20W D8-VH	27	4950	133650	68	1836
SK	Philips BBS490	8	2045	16360	35	280
SL	Philips TBS460 3x20W D8-VH	20	2045	4950	68	1360
SM	Philips TBS460 3x20W D8-VH	4	4950	19800	68	272
SN	Philips TBS460 3x20W D8-VH	4	4950	19800	68	272
SÑ	Philips TBS460 3x20W D8-VH	4	4950	19800	68	272
SO	Philips BBS490	5	2045	10225	35	175
P	Philips BBS490	4	2045	8180	35	140
SQ1	Philips TBS460 3x20W D8-VH	6	4950	29700	68	408
SQ2	Philips TBS460 3x20W D8-VH	10	4950	49500	68	680
SR	Philips TBS460 3x20W D8-VH	3	4950	14850	68	204
SS	Philips MPK380 P-WB GPK380 R D350	3	23000	69000	273	819
ST	Philips MPK380 P-WB GPK380 R D350	12	23000	276000	273	3276
SU	Philips MPK380 P-WB GPK380 R D350	3	23000	69000	273	819
SV	Philips TMX400 2x58W F32 +GMX470 C-NB	2	10400	104000	110	11000
SV11	Philips HPK380 P-MB +GPK380 R D465 +GC	5	55500	277500	431	2155
SW	Philips HPK380 P-MB +GPK380 R D465 +GC	60	55500	3330000	431	25860

Total:	54664 w
---------------	----------------

t34.1 Tabla resumen de las luminarias elegidas y sus características.

1.3.5 RESUMEN ALUMBRADO EXTERIOR:

Se procede a la simulación en Dialux de un entorno visual nocturno, en el que el parking y la fachada en el que vaya el logo de la empresa queden iluminados suficientemente de la siguiente manera:



t35.1 Vista exterior de la iluminación de la nave

El foco más luminoso de la parte izquierda de la fachada es el perteneciente al logotipo de la empresa, y también se disponen unas luminarias para que quede iluminada la fachada de acceso al parking.

ZONA	SUPERFICIE	Reflexión (%)			Iluminación requerida (lux)	Factor mantenimiento
		Suelo	Techo	Pared		
Parking	-	27	-	6	20	0.7
Fachada	-	27	-	6	20	0.7

t35.1 Tabla resumen de los parámetros utilizados en los cálculos.

ZONA	TIPO DE LUMINARIA	Nº luminarias	Ø unitario [lm]	Ø total [lm]	P. unitaria [W]	P. total [W]
Parking	Philips SGS103 TP P5	6	6600	39600	83,2	499,2
Fachada	MAZDA SWF330 S	1	28000	28000	274	274

Total:	773,2 w
---------------	----------------

t35.2 Tabla resumen de las luminarias elegidas y sus características.

1.3.6 ALUMBRADOS ESPECIALES: Alumbrado de Emergencia y Señalización

1.3.6.1 INTRODUCCION:

Los alumbrados especiales tienen por objeto corregir los riesgos que pueden derivarse de un fallo imprevisto de los alumbrados normales, restableciendo inmediatamente un nivel de iluminación adecuado, ya sea en centros de trabajo o en establecimientos con público.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

1.3.6.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA:

En caso de fallo de los alumbrados normales, su función es mantener un nivel de iluminación suficiente, de forma que permita la evacuación fácil y segura de personas al exterior.

Tiene una alimentación propia de energía y su duración no es más que una hora. El nivel de iluminación será el de Lámparas Incandescencia 0,5 w/m² o 5 lm/m² y para Lámparas Fluorescencia 6 lm/m². Se distribuirán de forma que no se creen zonas oscuras y se hará coincidir con los elementos de combate del fuego (extintores, pulsadores, etc.) y señales de dirección.

Constarán con una instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

- Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

La ubicación de las luminarias del alumbrado de emergencia será la siguiente:

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Próximas a las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- Próximas a los cambios de nivel del suelo.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Próximas todos los cambios de dirección.
- Próximas a todas las intersecciones en los pasillos.
- Próximas a los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.
- Próximas a los puestos de socorro.
- En Ascensores y montacargas.
- En todos los aseos y servicios.
- Salas de generadores de motores y salas de control.

Soluciones empleadas:

La solución adoptada, deberá ser la que ofrezca la solución más sencilla siendo a su vez económica. Dependiendo del lugar se deberá utilizar la solución mas adecuada para la instalación, ya que difícilmente se podrá adoptar la misma en una oficina que en la zona de producción.

En el mercado actual existen soluciones que se pueden acoplar a las propias luminarias directamente, como es el caso de los kits de conversión.



f37.1 Kit de emergencia para luminaria

Están constituidos por un módulo cargador-convertidor y unas baterías.

Concebidos para integrarse en luminarias fluorescentes lineales, compactas, circulares y de alta frecuencia a partir de 6 W hasta 58 W, para transformarlas en luminarias de alumbrado de reemplazamiento de tipo permanente o no permanente.

Protección de red mediante dispositivo electrónico automático (sin fusible).

Por sus reducidas dimensiones, posibilidad de fijar el kit a cualquier tipo de luminaria, a la pared o al techo de las mismas, gracias a la disposición de las aberturas para tal fin en la envolvente.

	Autonomía	Lámparas
0618 40	1 h	6 a 36 W
0618 42	1 h	6 a 58 W
0618 46	1 h	6 a 58 W
0618 48	3 h	6 a 58 W

f38.1 Referencia del kit según la autonomía y la lámpara utilizada

Donde no se hace posible la instalación de estos kits, se procede a la instalación de las típicas luminarias de emergencia



f38.2 Luminaria de emergencia

En los lugares, que por motivos técnicos no se puede colocar ninguna de las anteriores soluciones, ya que no se cumplirían con los requerimientos mínimos, se adopta la siguiente solución:



f39.1 Luminaria adosada de emergencia ETAP K313 14N2 EL ZONDER

Esta luminaria es correcta para lugares abiertos y que tienen gran altura, estas son las características más importantes:

- Dimensiones: 682 mm x 148 mm x 117 mm, peso: 3.1 kg
- Tipo de la lámpara: T5 - Ø 16 mm - 1 x 14
- Baterías: 6 x NiMh 1,2V 4Ah, duración: 1 h
- Tensión: 230V AC

Para la elección del número de kits y luminarias, se ha procedido a la simulación en *Dialux* para cumplir los requerimientos exigidos y las necesidades, utilizando el mismo procedimiento de cálculo que para la iluminación general, y utilizando todos locales ya creados anteriormente, a los cuales se tenía que adaptar las luminarias y kits necesarios.

1.3.6.3 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN:

Es el que se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el tiempo que permanezcan con público.

Se alimentará mediante dos suministros: normal, complementaria o fuente propia de energía. La duración no será más de una hora. Su nivel de iluminación mínima será de 1 Lux en el eje de los pasillos y su ubicación será en el dintel de las puertas, puesto que en las vías de evacuación cuando se pierde la visión de una señal debe verse ya la siguiente.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70 por 100 de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización deberá pasar automáticamente al segundo suministro.

Resumen de puntos en donde es necesario señalar:

Zona de instalación de la luminaria



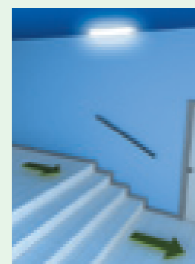
En todas las puertas de salida previstas para ser utilizadas en caso de emergencia.



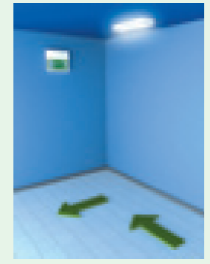
En las salidas de seguridad y en función de dónde se hayan instalado los indicadores de seguridad.



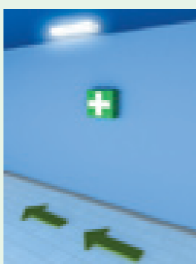
Cerca de cada salida e inmediatamente fuera de la misma.



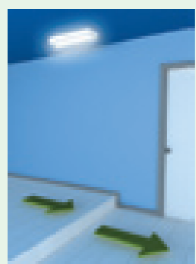
Cerca de las escaleras de modo que cada escalón reciba luz directa.



En cada punto en el que se produzca un cambio de dirección.



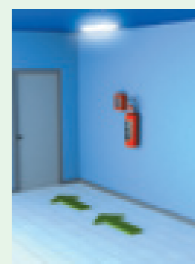
Cerca de cada zona de primeros auxilios.



Cerca de cada cambio de nivel del suelo.



En cada intersección de pasillos.



Cerca de cada dispositivo de seguridad contra incendios y de cada punto de llamada.

f40.1 Resumen Zonas de Instalación de luminarias de señalización

1.3.6.4 RESUMEN DE LUMINARIAS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION UTILIZADAS:

ZONA	SUPERFICIE	Luminaria Emergencia	Nº	Luminaria Señalización	Nº
A	207.58 m ²	KIT LEGRAND 20W	2	ETAP K132	5
B	7.98 m ²	-	-	ETAP K132	1
C	10.40 m ²	-	-	ETAP K132	1
D	10.40 m ²	-	-	ETAP K132	1
E	86.24 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
F	86.24 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
G	86.24 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
H	86.24 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
I	59.16 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
J	205.98 m ²	KIT LEGRAND 20W	2	ETAP K132	1
K	59.00 m ²	-	-	ETAP K132	4
L	143.20 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
M	89.67 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
N	59.69 m ²	-	-	ETAP K132	3
Ñ	74.52 m ²	-	-	ETAP K132	3
O	38.40 m ²	-	-	ETAP K132	4
P	19.60 m ²	-	-	ETAP K132	5
Q	182.07 m ²	-	-	ETAP K132	2
R	37.60 m ²	-	-	ETAP K132	1
S	102.00 m ²	-	-	-	-
T	700.00 m ²	ETAP K313 14N2	4	ETAP K132	9
U	111.00 m ²	ETAP K313 14N2	1	ETAP K132	4
V1	2863.96 m ²	KIT LEGRAND 58W	20	ETAP K132	24
V2	540.00 m ²	ETAP K313 14N2	4	-	-
W	3962.00 m ²	ETAP K313 14N2	12	ETAP K132	13

t40.1 Tipo de luminaria y el número empleado en cada zona de la nave.

Tipo Luminaria	Nº luminarias total utilizadas
KIT LEGRAND 20W	11
KIT LEGRAND 58W	20
ETAP K313 14N2	21
ETAP K132	51

t41.2 Luminarias totales utilizadas:

1.4 INSTALACIÓN INTERIOR:

1.4.1 INTRODUCCIÓN:

La instalación interior de la nave es la llevada a cabo en el interior de los edificios. Comprenden en este caso, desde el punto de conexión con el transformador hasta los aparatos receptores.

Se va a realizar la conducción eléctrica del centro de transformación a los distintos receptores de la instalación, la instalación es de baja tensión y han de emplearse tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Emplearemos corriente alterna trifásica 400 / 230 V.

Se tienen que calcular todos los conductores utilizados para alimentar las distintas máquinas y alumbrado y todos los receptores que se prevea que van a estar en la nave, de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.4.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES:

Para el cálculo de las líneas de distribución se tendrán en cuenta los siguientes factores:

1.4.2.1 CALENTAMIENTO:

Si por un conductor cuya resistencia es “R” ohmios, circula una intensidad de “I” amperios, se eleva su temperatura hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor, se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en igual tiempo; según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \quad \text{Calorías} \quad (\text{formula 42.1})$$

Partiendo de esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que la rodea, a su superficie, al material que forma su aislante, etc. Se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura).

$$\Delta T = \left(\frac{I}{I_n} \right)^2 \times \Delta T_n \quad (\text{formula 42.2})$$

Siendo:

ΔT = incremento admisible de la temperatura.

ΔT_n = incremento de la temperatura en condiciones normales.

I_n = intensidad nominal en condiciones normales.

I = intensidad admisible.



El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

El calor que es cedido al exterior es:

$$Q = M \times C \times \Delta T \quad (\text{formula 43.1})$$

Si la intensidad crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto este calor cedido al exterior aumenta también, produciéndose por consiguiente un aumento del incremento de la temperatura, pero como la temperatura del exterior es prácticamente constante, el aumento del incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.

Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas (con el riesgo de provocar cortocircuitos).

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes reseñados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores, (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, **ITC BT 19**), se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijadas en las instrucciones complementarias correspondientes a este reglamento.

En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable.

Complementando a estas tablas existen otras, que dan unos factores de corrección de esa intensidad admisible que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto cuando las condiciones reales de instalación sean distintas de las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección que vienen recogidos en las **ITC-s BT 06 y 07** del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.4.2.2 CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDA DE POTENCIA:

Una vez elegida la sección de acuerdo con la intensidad nominal que ha de circular por esa sección, es menor que la intensidad máxima admisible de dicho conductor para dicha sección, deberemos comprobar que cumple las condiciones relativas a la caída de tensión.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 4,5% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 6,5% para la fuerza.

1.4.3 PRESCRIPCIONES GENERALES: (ITC-BT 19)

1.4.3.1 INTRODUCCIÓN:

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección.

Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor de protección se la identificará por el color verde-amarillo. El conductor neutro se identificará por el color azul claro.

Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

1.4.3.2 CONDUCTORES ACTIVOS:

1.4.3.2.1 Naturaleza de los conductores:

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados excepto cuando vayan montados sobre aisladores.

1.4.3.2.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión:

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites específicos para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 6,5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.



1.4.3.2.3 Intensidades máximas admisibles:

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para una temperatura ambiente del aire de 40° C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, están señaladas en una tabla en la instrucción ITC BT 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.4.3.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN:

Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.

<i>Secciones de los conductores de fase (mm²)</i>	<i>Secciones mínimas de los conductores de protección (mm²)</i>
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S / 2

(*) Con un mínimo:

- 2.5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.

Con un mínimo de 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm², se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm².

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a 1000 x U ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.



La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 V.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de por lo menos 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

1.4.4 SISTEMAS DE CANALIZACIÓN:

1.4.4.1 CANALIZACIONES:

Hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techo, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc.

1.4.4.2 TUBOS PROTECTORES:

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que tengamos. Algunas de estas son: Tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvos, tubos aislantes flexibles normales, tubo PVC rígido, etc.

Los tubos deberían soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC.
- 70° C para los tubos metálicos aislantes.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente especificados en las tablas de la instrucción ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



Para la colocación de las canalizaciones **bajo tubos protectores** se tendrá que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante y no propagadora de llama. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo la utilización de bridas de conexión.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrán en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se coloquen en **montaje superficial** se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.



Cuando los tubos se coloquen **empotrados**, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

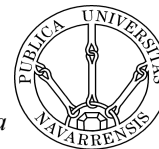
- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

1.4.5 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DE CABLES Y TUBOS:

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que ésta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

Para el cálculo del diámetro y distribución de los tubos protectores utilizados para distribuir las líneas a lo largo de la nave, tendremos en cuenta todo lo expuesto anteriormente, así como, todo lo expuesto en la ITC-BT 21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.



1.4.6 RECEPTORES: (ITC-BT 43)

1.4.6.1 INTRODUCCIÓN:

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

1.4.6.2 RECEPTORES A MOTORES: (ITC-BT 47)

Según indica el Reglamento Electrotécnico par Baja Tensión, en su Instrucción 047, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

1.4.6.2.1 Un solo motor:

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.

1.4.6.2.2 Varios motores:

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma de 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

1.4.6.3 RECEPTORES PARA ALUMBRADO: (ITC-BT 44)

Según la ITC-BT 44 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, las lámparas de descarga deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1.8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0.90

1.4.7 TOMAS DE CORRIENTE:

1.4.7.1 INTRODUCCIÓN:

Se han colocado tomas de corriente con un factor de utilización sobre su potencia total, y así, para el cálculo de la sección se ha tenido en cuenta igualmente, la fracción de la potencia total obtenida de multiplicar ésta por el factor de utilización.

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán de acuerdo a la norma UNE 20315. Sin embargo, las bases de toma de corriente para uso industrial seguirán lo acordado en la Norma UNE EN 60309

El cálculo de la potencia a instalar en las tomas de corriente se encuentra en el documento CÁLCULOS del presente proyecto.

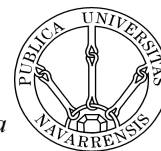
1.4.7.2 TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE:

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásica de 16 A 230 V. (2p + T).
- Tomas de corriente trifásica de 16 A 400 V. (4p + T).



f50.1 Enchufe monofásico, izquierda y trifásico, derecha



1.4.7.3 SITUACIÓN Y NÚMERO DE TOMAS DE CORRIENTE:

Las tomas se instalarán sujetas a las paredes y a una altura de 20 cm en todas las zonas de la Nave Industrial exceptuando el caso del taller que las tomas de corriente irán a una altura de 1,6 metros, agrupadas en una caja especial para su fijación, cumpliendo lo establecido en instrucción ITC-BT 27.

Esto es un resumen de toma general de 16A, si alguna máquina o instalación se a considerado que lleva una toma mayor, ira calculada directamente en la previsión como potencia general, y no como toma de uso general.

ZONA	TIPO	Nº TOMAS	F _s	F _u	P _{cal(w)}
TOMAS MONOFASICAS CUADRO 1	16A 230V 3680W	1	0,2	0,25	184,0
TOMAS MONOFASICAS CUADRO 2	16A 230V 3680W	1	0,2	0,25	184,0
TOMAS MONOFASICAS CUADRO 2.1	16A 230V 3680W	1	0,2	0,25	184,0
TOMAS MONOFASICAS CUADRO 2.2	16A 230V 3680W	1	0,2	0,25	184,0
TOMAS MONOFASICAS CUADRO 3	16A 230V 3680W	1	0,2	0,25	184,0
TOMAS MONOFASICAS CUADRO 3.1	16A 230V 3680W	2	0,3	0,4	883,2
TOMAS MONOFASICAS CUADRO 3.2	16A 230V 3680W	2	0,3	0,4	883,2
TOMAS MONOFASICAS CUADRO 3.3	16A 230V 3680W	2	0,3	0,4	883,2
TOMAS MONOFASICAS CUADRO 5	16A 230V 3680W	1	0,2	0,25	184,0
TOMAS MONOFASICAS CUADRO 6	16A 230V 3680W	1	0,2	0,25	184,0
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA A	16A 230V 3680W	5	0,25	0,4	1840,0
TOMAS MONOFÁSICAS ZONAS EF	16A 230V 3680W	8	0,2	0,25	1472,0
TOMAS MONOFÁSICAS ZONAS GH	16A 230V 3680W	8	0,2	0,25	1472,0
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA I	16A 230V 3680W	2	0,2	0,5	736,0
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA J1	16A 230V 3680W	6	0,2	0,4	1472,0
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA J2	16A 230V 3680W	8	0,25	0,25	1840,0
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA L	16A 230V 3680W	4	0,5	0,15	1150,0
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA M	16A 230V 3680W	5	0,2	0,4	1472,0
TOMAS MONOFÁSICAS ZONAS N,Ñ	16A 230V 3680W	6	0,2	0,25	1150,0
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA O	16A 230V 3680W	2	0,4	0,25	736,0
TOMAS MONOFASICAS ZONAS Q Y R	16A 230V 3680W	6	0,2	0,25	1150,0

TOTAL: 18427,6 W

t51.1 Resumen de tomas monofásicas



ZONA	TIPO	Nº TOMAS	Fs	Fu	Pcal(w)
TOMAS TRIFASICAS CUADRO 2	16A 400V 11085W	1	0,2	0,25	554,3
TOMAS TRIFASICAS CUADRO 3.3	16A 400V 11085W	1	0,3	0,8	2660,4
TOMAS TRIFASICAS CUADRO 3.2	16A 400V 11085W	1	0,3	0,8	2660,4
TOMAS TRIFASICAS CUADRO 3.1	16A 400V 11085W	1	0,3	0,8	2660,4
TOMAS TRIFASICAS CUADRO 3	16A 400V 11085W	1	0,2	0,25	554,3
TOMAS TRIFASICAS CUADRO 2.2	16A 400V 11085W	1	0,2	0,25	554,3
TOMAS TRIFASICAS CUADRO 2.1	16A 400V 11085W	1	0,2	0,25	554,3

TOTAL: 10198,2W

t52.1 Resumen de tomas Trifásicas

1.4.8 INTERRUPTORES Y CONTACTORES:

Los encendidos de los puntos de luz de cada zona de iluminación se instalaran según la intensidad máxima de la carga, y los puntos desde los que se puede encender la zona. Si pasa poca intensidad, y solo se enciende de un punto, se colocara interruptores sencillos, si se enciende de mas puntos se tienen que poner conmutadores.

Si pasa mucha intensidad, se deberá colocar un contactor de potencia, para que controle la carga, y el encendido se realizara mediante un interruptor que accione el contactor. La situación precisa de cada punto viene detallada en los planos.

ZONA	TIPO DE ENCENDIDO	Nº ENCENDIDOS	Nº CONTACTORES
SA1	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	1	-
SA2	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	1	-
SA3	Conmutador 16A Schneider Electric TN324600	2	-
SB	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	1	-
SC	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	1	-
SD	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	1	-
SE	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	2	-
SF	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	2	-
SG	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	2	-
SH	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	2	-
SI	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	3	-
SJ	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	3	-
SK	Conmutador 16A Schneider Electric TN324600	2	-
SL	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	2	-
SM	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	1	-
SN	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	1	-
SÑ	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	1	-
SO	Conmutador 16A Schneider Electric TN324600*	3	-
P	Conmutador 16A Schneider Electric TN324600	2	-
SQ1	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	1	-
SQ2	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	2	-
SR	Interruptor 16A Schneider Electric MTN324100	1	-
SS	Interruptor Superficie ENN35721	1	-
ST	Interruptor Superficie ENN35721	2	2
SU	Interruptor Superficie ENN35721	1	-
SV	Detector de Presencia ARGUS MTN550590	10	10
SV11	Interruptor Superficie ENN35721	1	-
SW	Interruptor Superficie ENN35721	12	12

*En este caso como se enciende desde 3 puntos, será necesario 2 conmutadores pero además un interruptor de cruce “Interruptor de Cruzamiento 16A Schneider Electric MTN324700”.

Resumen de los mecanismos utilizados para los puntos de luz:

Tipo	Nº utilizados	Referencia
Interruptor 16A	27	Schneider Electric MTN324100
Conmutador 16A	9	Schneider Electric TN324600
Int. Cruce 16A	1	Schneider Electric MTN324700
Interruptor Superficie	17	Schneider Electric ENN35721
Detector de Presencia	10	Schneider Electric ARGUS MTN550590
Contactador 2 Polos 40A	24	Schneider Electric A9C20736

t54.1 Resumen de los equipos empleados

-Vista de los equipos empleados:



-Estéticamente, los interruptores, conmutadores e interruptores de cruce tienen el mismo aspecto.



-Interruptor de superficie IP 55.



-Detector de presencia con campo de visión 360°, altura de montaje máxima 4m.



-Contactores de potencia, 40A 230v.



1.4.9 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA: PROCESO

El proceso de cálculo será el mismo para todas las líneas, se presenta la manera de realizar los cálculos que se seguirán con todos los conductores, los pasos a seguir son los siguientes:

1. Obtención de los datos de partida:

- Intensidad Nominal
- Potencia de los receptores
- Tipo de receptor (monofásico o trifásico).
- Factor de potencia de los receptores.
- Longitud de las líneas.
- Tensión de las líneas.

2. En primer lugar se calcula la intensidad de cada receptor:

Receptor monofásico:

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi}$$

Receptor trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \bullet V \cos \varphi}$$

Donde:

I: Intensidad en A.

P: Previsión de potencia del receptor en W.

V: Tensión de la línea que le suministra en V. En este caso (230/400V).

Cosφ: Factor de potencia del receptor.

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplica por 1.25, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT 47, y en el caso en que una línea alimente varios motores, la línea se dimensiona para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad de plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

En los conductores que suministran corriente a lámparas de descarga se calculara para una carga total de 1.8 veces la potencia nominal.

Otro elemento a tener en cuenta será el factor de corrección, que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto cuando las condiciones reales de instalación sean distintas de las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección que vienen recogidos en la ITC-BT 06 y ITC-BT 07 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Por lo tanto para calcular la intensidad definitiva, ésta se multiplicara por 1,25 o por 1,8 dependiendo si los receptores son motores o lámparas de descarga, y además, se dividirá por el factor de corrección correspondiente.



1.4.9 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN:

1. Una vez conocida la intensidad de cada receptor se hace una elección:

Hay que seleccionar la línea que va a alimentar a cada receptor de modo que la potencia suministrada por cada uno quede más o menos repartida por igual en todas las líneas y los receptores alimentados por la línea estén cercanos.

No es conveniente alimentar cargas de iluminación con maquinaria, ya que las maquinas pueden provocar picos de tensión que perturben la iluminación.

La configuración final de las líneas aparece en los planos.

2. También hay que elegir el tipo de conductor que vamos a utilizar y por donde lo vamos a llevar, es decir, los siguientes condicionantes:

- Material del conductor (Aluminio o cobre)
- Tipo de instalación (bajo tubo, al aire, canaleta, bandeja, empotrados...).
- Material aislante (PVC, XLPE)
- Tipo de cable (unipolar, multipolar...)

Tras haber tomado las decisiones anteriores ya se pueden calcular las secciones de los conductores aplicando los siguientes criterios:

- CRITERIO TÉRMICO:

Se hallará la sección necesaria a partir de las tablas recomendadas del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT 06 si la línea es aérea, ITC-BT 07 si es subterránea o en la ITC-BT 19 si es una instalación interior.

El aislamiento seleccionado para todas las líneas de la instalación es el mismo, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). En el apartado de cálculo viene detallado la canalización de cada línea.

- CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN:

Teniendo en cuenta las condiciones que vienen recogidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión según la ITC-BT 19, las máximas caídas de tensión admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los demás usos.

Por tanto habrá que ver que sección es la adecuada para que la caída de tensión en las líneas no supere esos valores. Según sea la línea trifásica o monofásica tendremos distintas expresiones para calcular las secciones en función de las caídas de tensión.



En el caso de que la línea sea trifásica, se calculara la sección con la siguiente expresión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times I \times \cos \varphi \times L}{\gamma \times e} \quad (\text{formula57.1})$$

Y en el caso de que la línea sea monofásica, se calculara mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \times I \times \cos \varphi \times L}{\gamma \times e} \quad (\text{formula57.2})$$

Donde:

S: Sección del conductor en mm².

I: Intensidad de la línea en (A).

L: Longitud por el conductor en (m).

γ : Conductividad del material conductor (m/Ωmm²), en este caso la del cobre que es 56 m/Ωmm².

e: Porcentaje de la máxima caída de tensión admisible.

Cosφ: Factor de potencia total por la línea

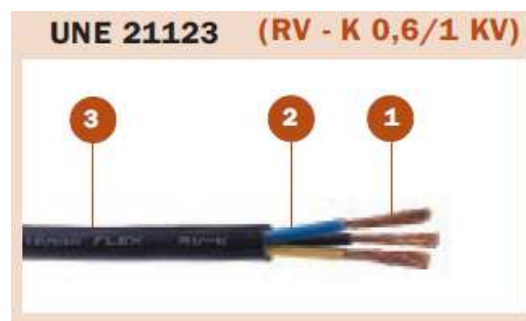
Una vez calculada la sección de la línea según los dos criterios se escogerá el resultado que mayor sección de ambos métodos, ya que es el más favorable.

Para finalizar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo la tabla 1 de la ITC-BT 07 y demás ITC's correspondientes.

El tipo de instalación y los conductores se detallan, en el apartado de cálculos, y se puede observar los de talles de todas las instalaciones en el apartado de planos del proyecto.

1.4.10 SOLUCIONES ADOPTADAS:**1.4.10.1 CONDUCTORES:**

- **RZ1 0.6/1 kV Pirelli Afumex X 0,6/1Kv**
Aluminio, (para la acometida).
Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE.
Cubierta: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.
Tª de servicio:
Servicio permanente: 90°.
Cortocircuito: 250°.
- **RV-K 0.6/ 1 kV Pirelli Retenax Flex**
Cobre, (Interior Nave Industrial).
Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE.
Cubierta: PVC.
Tª de servicio:
Servicio permanente: 90°.
Cortocircuito: 250°.
- **H07V 450/750V Pirelli Pirepol 3**
Cobre, (Interior tubo en oficinas).
Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE.
Tª de servicio:
Servicio permanente: 70°.
Cortocircuito: 160°.



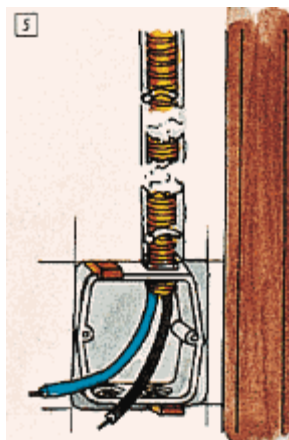
Tendrán sección suficiente para las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 4,5 % para el alumbrado y del 6,5 % para la fuerza, siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para el circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento CÁLCULOS del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades admisibles como a caídas de tensión.

1.4.10.2 CANALIZACIONES:

A grandes rasgos existen dos tipos de canalizaciones, las monofásicas que están en la zonas de oficinas (baños, pasillos, vestuarios...) que básicamente son para líneas de iluminación y enchufes, y otro tipo que son las canalizaciones trifásicas, que son para alimentar maquinaria y cuadros de distribución auxiliares.

También se diferencian porque las monofásicas generalmente están dentro de tubos empotrados en obra, y así no queda nada a la vista, es mas estético, y las canalizaciones trifásicas se suelen realizar sobre bandejas porta cables o tubos metálicos.



TUBOS PVC <i>Revi</i>			
CORRUGADO NEGRO			
320N -5C° +60C°			
Nominal	Ref.	Mts. Rollo	R7
16	T10115N4	100	33 €
20	T10120N4	100	37 €
25	T10125N3	75	49 €
32	T10132N2	50	76 €
40	T10140N1	25	101 €
50	T10150N1	25	156 €

F59.1 Detalle de instalación con tubo empotrado en obra.

El reglamento dicta la regla para la elección del diámetro de los tubos dependiendo de la sección de los conductores y del número de conductores que se introduzcan.

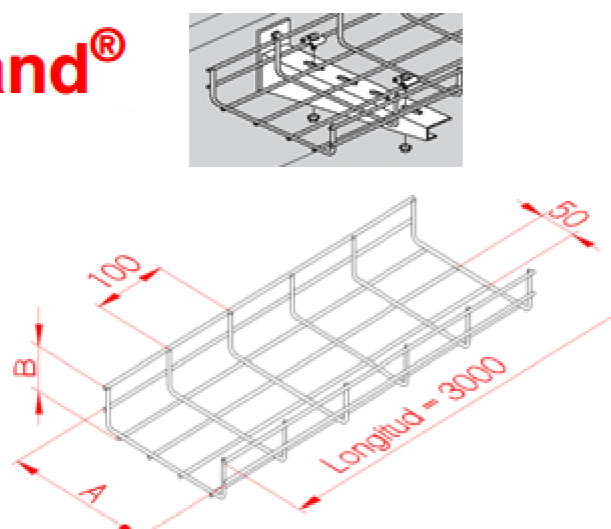


F59.2 Detalle de instalación con bandeja porta cable.

Para realizar todas las derivaciones desde el cuadro general hasta los cuadros auxiliares, y desde los cuadros auxiliares hasta las maquinas o cualquier receptor, se utilizaran bandejas porta cables del tipo “rejiband”, instaladas por el perímetro de la fabrica a una altura de montaje de 3 metros sobre el suelo.

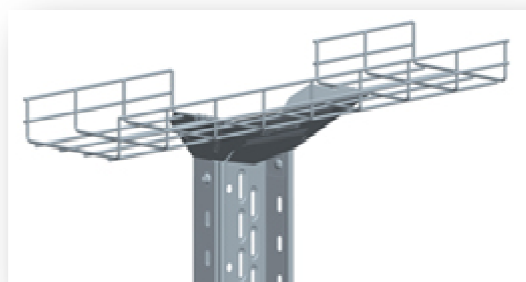
pemsa rejiband®

ala (B)	35	60	100
ancho (A)		60	
	100	100	
		150	
	200	200	200
	300	300	300
	400	400	400
		500	500
		600	600



f60.1 Sistema de bandeja porta cable “Rejiband”.

Las bajantes desde la bandeja hasta cada cuadro o maquina, se realizaran con bandeja perforada a la que se le puede cerrar con tapa metálica, así se evitara que cualquier persona pueda manipular los cables.



f60.2 Detalle de bajante “Rejiband”.

1.4.10.2.1 Línea general de alimentación:

Como la instalación es para un único usuario, en esta instalación no existirá LGA.

1.4.10.2.2 Canalización general:

La canalización general de la nave se realizará a través de bandeja porta cables del tipo rejiband de 600 mm de ancho y 100 mm de alto se llevará canalizado desde el C.G.D. a los diferentes cuadros auxiliares de la empresa.

Cuando las líneas lleguen a donde están situados los cuadros auxiliares, se bajaran mediante bandeja con tapa metálica que impida el acceso.

1.4.10.2.3 Derivaciones:

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

La distribución de cada cuadro y cada línea así como la localización de los mismos y las cargas, se pueden observar en el apartado de Planos.

- Canalizaciones que parte desde el centro de transformación hasta el cuadro general:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
ACOMETIDA	LC0	18	ENTERRADA

- Canalizaciones que parte desde el cuadro general hasta los cuadros auxiliares:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
CUADRO AUX.1	LC1	23	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100
CUADRO AUX.2	LC2	24	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100
CUADRO AUX.3	LC3	46	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100
CUADRO AUX.4	LC4	60	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100
CUADRO AUX.5	LC5	55	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100
CUADRO AUX.6	LC6	96	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100

- Canalizaciones que parte desde el **cuadro auxiliar 1** hasta los receptores:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO	LC1.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO	LC1.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
MAQUINA 1	LC1.3	16,5	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 2	LC1.4	17,5	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 3	LC1.5	20	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 4	LC1.6	30	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 5	LC1.7	28	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 6	LC1.8	26	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 7	LC1.9	34	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 8	LC1.10	51	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 9	LC1.11	56	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
ALUMBRADO ZONA SV6	LC1.12	84	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA SV7	LC1.13	53	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA SV8	LC1.14	62	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA SV9	LC1.15	71	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA	LC1.16	149	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60

- Canalizaciones que parte desde el **cuadro auxiliar 2** hasta los receptores:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO	LC2.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO	LC2.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO	LC2.3	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
ALUMBRADO ZONA SS1	LC2.4	24	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
MOTOR PUERTA	LC2.5	12	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
CUADRO AUX. C2.1	LC2.6	28	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100
CUADRO AUX. C2.2	LC2.7	30	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100

- Canalizaciones que parte desde el **cuadro auxiliar 2.1** hasta los receptores:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO	LC2.1.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO	LC2.1.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO	LC2.1.3	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
ALUMBRADO ZONA ST1	LC2.1.4	48	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA ST2	LC2.1.5	60	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA ZT	LC2.1.6	116	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60



ALUMBRADO ZONA Q,R	LC2.1.7	46	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA QR	LC2.1.8	34	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
TOMAS MONOFASICAS ZONAS Q Y R	LC2.1.9	21	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60

- Canalizaciones que parte desde el **cuadro auxiliar 2.2** hasta los receptores:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO	LC2.2.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO	LC2.2.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO	LC2.2.3	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
ALUMBRADO ZONA SU1	LC2.2.4	22	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA	LC2.2.5	36	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
COMPRESOR	LC2.2.6	5	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
CARGADOR CARRETILA 1	LC2.2.7	9	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
CARGADOR CARRETILA 2	LC2.2.8	12	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
CARGADOR CARRETILA 3	LC2.2.9	15	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60

- Canalizaciones que parte desde el **cuadro auxiliar 3** hasta los receptores:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO	LC3.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO	LC3.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO	LC3.3	1,5	CANAleta INTERIOR
ALUMBRADO ZONA SV1-A	LC3.4	52	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA SV1-B	LC3.5	64	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA SV2-A	LC3.6	74	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA SV2-B	LC3.7	86	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA SV3-A	LC3.8	96	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA SV3-B	LC3.9	108	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA SV4-A	LC3.10	118	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA SV4-B	LC3.11	130	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA SV5-A	LC3.12	141	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO ZONA SV5-B	LC3.13	148	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA	LC3.14	259	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
CUADRO C3.1	LC3.15	30	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
CUADRO C3.2	LC3.16	64	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
CUADRO C3.3	LC3.17	97	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100

Canalizaciones que parte desde el **cuadro auxiliar 3.1** hasta los receptores:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
TOMAS MONOFASICAS CUADRO	LC3.1.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO	LC3.1.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60

- Canalizaciones que parte desde el **cuadro auxiliar 3.2** hasta los receptores:

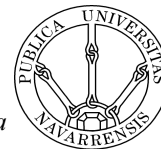
	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
TOMAS MONOFASICAS CUADRO	LC3.2.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO	LC3.2.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60

- Canalizaciones que parte desde el **cuadro auxiliar 3.3** hasta los receptores:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
TOMAS MONOFASICAS CUADRO	LC3.3.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO	LC3.3.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60

- Canalizaciones que parte desde el **cuadro auxiliar 4** hasta los receptores:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
ILUMINACION ZONAS J,	LC4.1	30	BAJO TUBO Ø20
ILUMINACION ZONAS L	LC4.2	58	BAJO TUBO Ø20
ILUMINACION ZONAS K, M, N,Ñ,O,P	LC4.3	80	BAJO TUBO Ø20
ALUMBRADO EMERGENCIA	LC4.4	119	BAJO TUBO Ø16
TOMAS MONOFÁSICAS J1	LC4.5	30	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS J2	LC4.6	27	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS L	LC4.7	32	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS M	LC4.8	40	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS N,Ñ	LC4.9	38	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS O	LC4.10	50	BAJO TUBO Ø20
CUADRO C4.1	LC4.11	24	BAJO TUBO Ø20



- Canalizaciones que parte desde el **cuadro auxiliar 4** hasta los receptores:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
ALUMBRADO ZONA A,B,C,D,I	LC4.1.1	38	BAJO TUBO Ø20
ALUMBRADO ZONA E,F	LC4.1.2	58	BAJO TUBO Ø20
ALUMBRADO ZONA G,H	LC4.1.3	47	BAJO TUBO Ø20
ALUMBRADO EMERGENCIA	LC4.1.4	83	BAJO TUBO Ø16
ALUMBRADO EXTERIOR	LC4.1.5	16	BAJO TUBO Ø16
ALARMA	LC4.1.6	20	BAJO TUBO Ø16
TOMAS MONOFÁSICAS A	LC4.1.7	24	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS EF	LC4.1.8	40	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS GH	LC4.1.9	34	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS I	LC4.1.10	12	BAJO TUBO Ø20

- Canalizaciones que parte desde el **cuadro auxiliar 5** hasta los receptores:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO	LC5.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO	LC5.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
MAQUINA 10	LC5.3	46	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 11	LC5.4	36	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 12	LC5.5	38	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 13	LC5.6	29	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 14	LC5.7	20	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 15	LC5.8	36	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 16	LC5.9	28	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 17	LC5.10	19	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
ILUMINACION ZONA SV10	LC5.11	50	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV11	LC5.12	45	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV12	LC5.13	37	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV13	LC5.14	37	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV14	LC5.15	45	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV15	LC5.16	50	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA	LC5.17	158	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60



- Canalizaciones que parte desde el **cuadro auxiliar 6** hasta los receptores:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO	LC6.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO	LC6.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
MAQUINA18	LC6.3	36	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA19	LC6.4	27	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA20	LC6.5	18	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA21	LC6.6	36	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA22	LC6.7	27	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA23	LC6.8	18	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
Calefactor 1	LC6.9	46	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
Calefactor 2	LC6.10	52	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV13	LC6.11	44	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV14	LC6.12	35	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV15	LC6.13	44	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA	LC6.14	34	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60



1.5 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN:

1.5.1 INTRODUCCIÓN:

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ella.

Existen muchos tipos de protecciones, que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier deficiencia. En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en las Instrucciones ITC-BT 22, ITC-BT 23 e ITC-BT 24, debemos considerar las siguientes protecciones:

- Protección de la instalación:
 - Contra sobrecargas.
 - Contra cortocircuitos.
- Protección de las personas:
 - Contra contactos directos.
 - Contra contactos indirectos.

1.5.2 CONCEPTOS BÁSICOS:

Para la realización de la protección de la Nave Industrial se han de tener en cuenta una serie de conceptos básicos:

Conductor eléctrico:

Se dice que un cuerpo es conductor eléctrico cuando puesto en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Generalmente suelen ser hilos de cobre.

Interruptor diferencial:

Es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos.

Consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores de alimentación de corriente y que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico adecuado puede accionar unos contactos.

Dicho interruptor provocará la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor predeterminado.



Interruptor magneto térmico:

Es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de protegerlas frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo consumo.

Para su funcionamiento, los interruptores magneto térmicos aprovechan dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica por un circuito, el magnético y el térmico. El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

1.5.3. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN:

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosas, así como para limitar las sobre intensidades y los defectos de los arcos eléctricos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos.

La selectividad es la coordinación de dispositivos de corte automático para que un defecto, producido en un punto cualquiera de la red, sea eliminado por el interruptor colocado inmediatamente aguas arriba del defecto, y solo por él.

La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado en cuenta desde el momento de la concepción de una instalación en baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía. La selectividad es importante en todas las instalaciones para el confort de los usuarios, pero fundamentalmente solo se encuentra en las instalaciones que alimentan los procesos industriales de fabricación.

Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

Una **instalación no selectiva** está expuesta a **riesgos** de diversa gravedad:

- Imperativos de producción no respetados.
- Obligación de volver a realizar los procesos de arranque para cada una de las máquinas herramientas, como consecuencia de una pérdida de alimentación general.
- Paros de motores de seguridad tales como bombas de lubricación, extractores de humos, etc.
- Roturas de fabricación con:
 - Pérdida de producción o de producto terminado.
 - Riesgo de avería en los útiles de producción dentro de procesos continuos.

Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.



1.5.3.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS:

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve. Se comprende que producirá grandes daños si su duración es larga, pues los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad.

La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte el aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente.

Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

Debe instalarse un dispositivo que asegure la protección contra las sobrecargas en los lugares en que un cambio trae consigo una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, por ejemplo, un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación etc.....

Según la ITC-BT 22 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, “los dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos de corte omnipolar con curva térmica de corte”.

1.5.3.2 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS:

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia, cuando entran en contacto, entre sí o con tierra conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces al valor máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

La corriente de cortocircuito es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración éste. Dicha corriente transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua.

La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito. La componente de corriente continua se atenúa hasta anularse completamente.



1.5.3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CORTOCIRCUITOS:

Dependiendo de:

Su duración: auto extingible, transitorio, permanente.

Su origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales), debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.

Su localización: dentro o fuera de una máquina o un tablero eléctrico.

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos: 80% de los casos, bifásicos: 15% de los casos. Los de este tipo, suelen degenerar en trifásicos, trifásicos: de origen, sólo el 5% de los casos.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

- 1) Su poder de ruptura debe ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior al previsto, a condición de que por el lado de la alimentación se instale un otro dispositivo con poder de ruptura necesario.
- 2) El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.



1.5.3.2.2 Consecuencias de los cortocircuitos:

Depende de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad.

Según **el lugar del defecto**, la presencia de un arco puede:

- Degradar los aislantes.
- Fundir los conductores.
- Provocar un incendio o representar un peligro para las personas.

Según **el circuito afectado**, pueden presentarse:

- Sobreesfuerzos electrodinámicos con deformación de los juegos de barras y arrancado o desprendimiento de los cables.

Puede haber un sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por efecto Joule, con riesgo de deterioro de los aislantes.

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 se deberá aplicar lo indicado en la tabla 1 de la ITC BT 22, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.5.3.3 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO:

Para el diseño de una instalación y poder elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles de la instalación.

1.5.3.3.1 Corriente de cortocircuito máxima:

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores.
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

Dicha corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc_{max}} = \frac{C \times U_s}{\sqrt{3} \times Z_d} \quad (formula 71.1)$$

Donde:

I_{cc} = Corriente de cortocircuito eficaz en Amperios.

C = Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1.

U_s = Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_d = Impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en Ω .

Una vez que se ha calculado la corriente de cortocircuito máxima, se obtiene el poder de corte, que deberá cumplir la siguiente condición:

$$PDC \geq I_{cc_{max}} \quad (formula 72.1)$$

Siendo PDC el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos que escogeremos.

1.5.3.3.2 Corriente de cortocircuito mínima:

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuitos con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos de protección para la protección de los conductores frente a cortocircuito.
- Tipo de curva del interruptor magneto térmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc_{min}} = \frac{C \times U_s \times \sqrt{3}}{\sqrt{2 \times Z_{dnueva} + Z_0}} \quad (formula 72.1)$$

Donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en Amperios.

C = Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_{dnueva} = impedancia directa en Ω , teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito que es de 250°C.

Z₀ = impedancia homopolar en Ω .



Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magneto térmico es necesario calcular su calibre (intensidad nominal).

Se calculara del siguiente modo:

$$I_{\text{cálculo}} \leq I_{\text{nominal}} \leq I_{\text{admisible}} \quad (\text{formula73.1})$$

Donde:

- **I_{cálculo}:**

Es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{\text{cal}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad (\text{formula73.2})$$

- **I_{admisible}:**

Es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la ITC-BT 19 del Reglamento de Baja Tensión.

Dentro del intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga teniendo en cuenta los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico haciendo el siguiente cociente:

$$\frac{I_{\text{ccmin}}}{\text{Calibre}} \quad (\text{formula73.3})$$

Dependiendo del cociente determinaremos el tipo de curva:

- Menor que 10 → La curva es de **tipo B**
- Entre 10 y 20 → La curva es de **tipo C**
- Mayor que 20 → La curva es de **tipo D**

1.5.3.4 CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS:

1.5.3.4.1 Impedancia directa (Z_d):

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia Z compuesta de:

- un elemento resistivo puro R .
- un elemento inductivo puro X , llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de R y X ; después se suman aritméticamente por separado.

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut} \quad (\text{formula 74.1})$$

1.5.3.4.2 Impedancia de la línea de MT/AT (Z_a):

La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía (500MVA). Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

$$Z_a = X = U_s^2 / S_{cc} \quad (\text{formula 74.2})$$

Donde:

U_s = tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

S_{cc} = potencia de cortocircuito en VA.

Z_a = impedancia aguas arriba del defecto en $j\Omega$. Es totalmente inductiva.

1.5.3.4.3 Impedancia del transformador de distribución (Z_T):

Para el cálculo aproximado, se puede igualmente despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z_T = X = \frac{U_s^2 \times U_{cc}}{S} \quad (\text{formula 74.3})$$

Donde:

U_s = tensión en vacío entre fases en voltios.

U_{cc} = tensión de cortocircuito en %. (4%)

S = potencia aparente en VA del transformador (400 KVA)

Z_T = impedancia o reactancia al secundario en $j\Omega$.

La resistencia y la reactancia, tanto del transformador como la Aparamenta de alta tensión lo podemos considerar despreciable.

1.5.3.4.4 Impedancia de los conductores (Z_L):

La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$R = \rho \times L / S \quad (\text{formula 75.1})$$

Donde:

R = resistencia del conductor en Ω .

ρ = resistividad del material. La resistividad ρ de un conductor de cobre

$$\text{a } 20^\circ \text{ es } \Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \text{ de } 1/56 = 0,01724$$

L = longitud del conductor.

S = sección por fase del conductor.

Para secciones iguales o inferiores a 150mm^2 se desprecia la reactancia de la línea.

1.5.3.4.5 Impedancia de los automatismos (Z_{aut}):

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas...) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de $0,15 \text{ j m}\Omega$.

$$Z_{\text{aut}} = X_{\text{aut}} = n^\circ \text{ de automatismos} \times 0,15 \text{ j m}\Omega \quad (\text{formula 75.2})$$

En el N° de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole, diferenciales, fusibles... etc.

1.5.3.4.6 Impedancia directa nueva (Z_{d nueva}):

Con el objetivo de determinar la curva del interruptor magneto térmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. . Para ello se debe tener en cuenta la Z_d de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo. Otra novedad es que para calcular la nueva Z_L, hay que calcularlo a temperatura de cortocircuito (250°). Para ello se hace la siguiente transposición:

$$Z_{L_{250^\circ}} = Z_{L_{20^\circ}} \times (1 + \alpha \Delta T) \quad (\text{formula 75.3})$$

Donde:

$$\alpha = 4.10^{-3}$$

$$\Delta T = 250^\circ - 20^\circ = 230^\circ$$

Por tanto:

$$Z_{d \text{ nueva}} = Z_a + Z_T + Z_{L_{250^\circ}} + Z_{\text{aut}} \quad (\text{formula 75.4})$$



1.5.3.4.7 Impedancia homopolar (Z_0):

En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea. Con los valores obtenidos anteriormente y según la fórmula:

$$Z_0 = Z_{a0} + Z_{T0} + Z_{L0} + Z_{auto} \quad (\text{formula 76.1})$$

Donde:

$$\begin{aligned} Z_{a0} &= 0 \\ Z_{T0} &= Z_T \\ Z_{L0} &= 3 \times Z_{L250^\circ} \\ Z_{auto} &= 3 \times Z_{aut} \end{aligned}$$

1.5.4 PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS:

Siempre que existan entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas, se puede producir:

Cuando las personas se pongan en contacto directo con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (Contacto Directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto en el aislamiento, etc.

Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentra bajo tensión (Contacto Indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por un defecto en el aislamiento, por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Se han realizado diversos estudios para determinar con exactitud, los valores peligrosos de intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites de tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a 30 mA. se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, fija según la instrucción ITC-BT 24 estos valores:

- 24 V, para Locales o emplazamientos húmedos.
- 50 V en los demás casos.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.



1.5.4.1 PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS:

Para asegurar una protección eficaz ante los contactos directos que se puedan producir es conveniente tomar las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, de este modo se hace imposible un contacto fortuito con las manos.
- Interposición de obstáculos (ej. armarios eléctricos aislantes o barreras de protección), con ello se impide cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.
- Recubrimiento con material aislante (ej. aislamiento de cables, portalámparas...). No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

En esta instalación todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

1.5.4.2 PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS:

Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Las medidas de protección contra contactos indirectos dependen del esquema de distribución; siendo en este caso un esquema TT las características y prescripciones serán las siguientes:

- Todas las masas de los equipos eléctricos y protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.
- El punto neutro de cada generador o transformador, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_A < U$$

Siendo:

R_A = suma de las resistencias de tima de tierra y de los conductores de protección de las masas.

I_A = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

U = tensión de contacto límite convencional.

Los dispositivos de protección utilizados en el esquema TT son los siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles interruptores automáticos.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación:

- En locales secos: $R \leq (50 / I_s)$

- En locales húmedos o mojados $R \leq (24 / I_s)$

Siendo I_s la sensibilidad en mA.

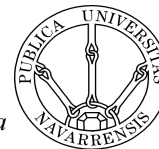
1.5.5 SOLUCIÓN ADOPTADA:

La distribución de las distintas protecciones está representada en los planos de la instalación.

1.5.5.1 DIFERENCIALES SELECCIONADOS:

-Cuadro general:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
Q1.0	400	3F+ N	250	300ma
Q2.0	400	3F+ N	160	300ma
Q3.0	400	3F+ N	160	300ma
Q4.0	400	3F+ N	250	300ma
Q5.0	400	3F+ N	400	300ma

-Cuadro 1:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
1Q1	230	F+N	25	30ma
1Q2	400	3F+ N	40	300ma
1Q3	400	3F+ N	40	300ma
1Q4	400	3F+ N	25	300ma
1Q5	400	3F+ N	40	300ma
1Q6	400	3F+ N	40	300ma
1Q7	400	3F+ N	25	300ma
1Q8	400	3F+ N	25	300ma
1Q9	400	3F+ N	25	30ma
1Q10	400	3F+ N	63	30ma

-Cuadro 2:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
2Q1	400	3F+ N	40	30ma
2Q2	230	F+N	40	30ma
2Q3	400	3F+ N	40	300ma

-Cuadro 2.1:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
2.1Q1	400	3F+ N	40	30ma
2.1Q2	400	3F+ N	40	30ma
2.1Q3	400	3F+ N	40	30ma

-Cuadro 2.2:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
2.2Q1	400	3F+ N	25	30ma
2.2Q2	230	F+N	25	30ma
2.2Q3	400	3F+ N	25	300ma

-Cuadro 3:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
3Q1	400	3F+ N	40	30ma
3Q2	400	3F+ N	40	30ma
3Q3	400	3F+ N	40	30ma
3Q4	400	3F+ N	25	30ma
3Q5	400	3F+ N	25	30ma

-Cuadro 3.1:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
3.1Q1	400	3F+ N	25	30ma

-Cuadro 3.2:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
3.2Q1	400	3F+ N	25	30ma

-Cuadro 3.3:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
3.3Q1	400	3F+ N	25	30ma

-Cuadro 4:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
4Q1	400	3F+ N	40	30ma
4Q2	400	3F+ N	63	30ma
4Q3	400	3F+ N	63	30ma
4Q4	400	3F+ N	40	30ma

-Cuadro 4.1:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
4.1Q1	400	3F+ N	40	30ma
4.1Q2	230	F+N	20	30ma
4.1Q3	400	3F+ N	40	30ma

-Cuadro 5:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
5Q1	230	F+N	25	30ma
5Q2	400	3F+ N	25	300ma
5Q3	400	3F+ N	25	300ma
5Q4	400	3F+ N	25	300ma
5Q5	400	3F+ N	40	30ma
5Q6	400	3F+ N	40	30ma

-Cuadro 6:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
6Q1.0	230	F+N	25	30ma
6Q2.0	400	3F+ N	25	300ma
6Q3.0	400	3F+ N	25	300ma
6Q4.0	400	3F+ N	25	30ma
6Q5.0	400	3F+ N	40	30ma

1.5.5.2 RESUMEN DE LOS MAGNETOTÉRMICOS SELECCIONADOS:-Cuadro general:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
Q1.1	LC1	400	3F+ N	180	C	15ka
Q1.2	LC2	400	3F+ N	40	C	15ka
Q2.1	LC3	400	3F+ N	80	C	15ka
Q2.2	LC4	400	3F+ N	63	C	15ka
Q3.1	LC5	400	3F+ N	100	C	15ka
Q3.2	LC6	400	3F+ N	63	C	15ka
Q4.1	LC7	400	3F+ N	250	C	15ka

-Cuadro 1:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
1Q1.1	LC1.1	230	F+N	2	C	10ka
1Q1.2	LC1.2	230	F+N	16	C	10ka
1Q2.1	LC1.3	400	3F+ N	32	C	10ka
1Q3.1	LC1.4	400	3F+ N	32	C	10ka



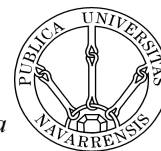
1Q4.1	LC1.5	400	3F+ N	16	C	10ka
1Q5.1	LC1.6	400	3F+ N	40	C	10ka
1Q6.1	LC1.7	400	3F+ N	40	C	10ka
1Q7.1	LC1.8	400	3F+ N	20	C	10ka
1Q8.1	LC1.9	400	3F+ N	20	C	10ka
1Q9.1	LC1.10	400	3F+ N	3	C	10ka
1Q9.2	LC1.11	400	3F+ N	3	C	10ka
1Q10.1	LC1.12	230	F+N	32	C	10ka
1Q10.2	LC1.13	230	F+N	32	C	10ka
1Q10.3	LC1.14	230	F+N	32	C	10ka
1Q10.4	LC1.15	230	F+N	32	C	10ka
1Q10.5	LC1.16	230	F+N	1	C	10ka

-Cuadro 2:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
2Q1.1	LC2.1	230	F+N	2	C	10ka
2Q1.2	LC2.2	230	F+N	16	C	10ka
2Q1.3	LC2.3	400	3F+ N	16	C	10ka
2Q2.1	LC2.4	230	F+N	16	C	10ka
2Q2.2	LC2.5	230	F+N	16	C	10ka
2Q3.1	LC2.6	400	3F+ N	20	C	10ka
2Q3.2	LC2.7	400	3F+ N	16	C	10ka

-Cuadro 2.1:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
2.1Q1.1	LC2.1.1	230	F+N	2	C	4,5ka
2.1Q1.2	LC2.1.2	230	F+N	16	C	4,5ka
2.1Q1.3	LC2.1.3	400	3F+ N	16	C	4,5ka
2.1Q2.1	LC2.1.4	230	F+N	25	C	4,5ka
2.1Q2.2	LC2.1.5	230	F+N	25	C	4,5ka
2.1Q2.3	LC2.1.6	230	F+N	1	C	4,5ka
2.1Q3.1	LC2.1.7	230	F+N	20	C	4,5ka
2.1Q3.2	LC2.1.8	230	F+N	0,5	C	4,5ka
2.1Q3.3	LC2.1.9	230	F+N	25	C	6ka

-Cuadro 2.2:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
2.2Q1.1	LC2.2.1	230	F+N	2	C	4,5ka
2.2Q1.2	LC2.2.2	230	F+N	16	C	4,5ka
2.2Q1.3	LC2.2.3	400	3F+ N	16	C	4,5ka
2.2Q2.1	LC2.2.4	230	F+N	16	C	4,5ka
2.2Q2.2	LC2.2.5	230	F+N	1	C	4,5ka
2.2Q3.1	LC2.2.6	400	3F+ N	16	C	4,5ka
2.2Q3.2	LC2.2.7	400	3F+ N	6	C	4,5ka
2.2Q3.3	LC2.2.8	400	3F+ N	6	C	4,5ka
2.2Q3.4	LC2.2.9	400	3F+ N	6	C	4,5ka

-Cuadro 3:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
3Q1.1	LC3.1	230	F+N	2	C	4,5ka
3Q1.2	LC3.2	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q1.3	LC3.3	400	3F+ N	16	C	4,5ka
3Q2.1	LC3.4	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q2.2	LC3.5	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q2.3	LC3.6	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q2.4	LC3.7	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q3.1	LC3.8	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q3.2	LC3.9	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q3.3	LC3.10	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q3.4	LC3.11	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q4.1	LC3.12	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q4.2	LC3.13	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q4.3	LC3.14	230	F+N	1	C	4,5ka
3Q5.1	LC3.15	400	3F+ N	25	C	4,5ka
3Q5.2	LC3.16	400	3F+ N	25	C	4,5ka
3Q5.3	LC3.17	400	3F+ N	25	C	4,5ka

-Cuadro 3.1:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
3.1Q1.1	LC3.1.1	230	F+N	16	C	3ka
3.1Q1.2	LC3.1.2	400	3F+ N	16	C	3ka

-Cuadro 3.2:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
3.2Q1.1	LC3.2.1	230	F+N	16	C	3ka
3.2Q1.2	LC3.2.2	400	3F+ N	16	C	3ka

-Cuadro 3.3:

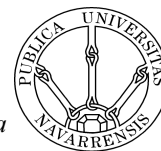
Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
3.3Q1.1	LC3.3.1	230	F+N	16	C	3ka
3.3Q1.2	LC3.3.2	400	3F+ N	16	C	3ka

-Cuadro 4:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
4Q1.1	LC4.1	230	F+N	32	C	4,5ka
4Q1.2	LC4.2	230	F+N	20	C	4,5ka
4Q1.3	LC4.3	230	F+N	20	C	4,5ka
4Q1.4	LC4.4	230	F+N	1	C	4,5ka
4Q2.1	LC4.5	230	F+N	32	C	4,5ka
4Q2.2	LC4.6	230	F+N	32	C	4,5ka
4Q2.3	LC4.7	230	F+N	25	C	4,5ka
4Q2.4	LC4.8	230	F+N	32	C	4,5ka
4Q3.1	LC4.9	230	F+N	25	C	4,5ka
4Q3.2	LC4.10	230	F+N	16	C	4,5ka
4Q4.1	LC4.11	400	3F+ N	32	C	4,5ka

-Cuadro 4.1:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
4.1Q1.1	LC4.1.1	230	F+N	25	C	3ka
4.1Q1.2	LC4.1.2	230	F+N	25	C	3ka
4.1Q1.3	LC4.1.3	230	F+N	25	C	3ka
4.1Q1.4	LC4.1.4	230	F+N	1	C	3ka
4.1Q2.1	LC4.1.5	230	F+N	16	C	3ka
4.1Q2.2	LC4.1.6	230	F+N	2	C	3ka
4.1Q3.1	LC4.1.7	230	F+N	32	C	3ka
4.1Q3.2	LC4.1.8	230	F+N	32	C	3ka
4.1Q3.3	LC4.1.9	230	F+N	32	C	3ka
4.1Q3.4	LC4.1.10	230	F+N	16	C	3ka

-Cuadro 5:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
5Q1.1	LC5.1	230	F+N	2	C	4,5ka
5Q1.2	LC5.2	230	F+N	16	C	4,5ka
5Q2.1	LC5.3	400	3F+ N	10	C	4,5ka
5Q2.2	LC5.4	400	3F+ N	10	C	4,5ka
5Q3.1	LC5.5	400	3F+ N	6	C	4,5ka
5Q3.2	LC5.6	400	3F+ N	6	C	4,5ka
5Q3.3	LC5.7	400	3F+ N	6	C	4,5ka
5Q4.1	LC5.8	400	3F+ N	6	C	4,5ka
5Q4.2	LC5.9	400	3F+ N	6	C	4,5ka
5Q4.3	LC5.10	400	3F+ N	6	C	4,5ka
5Q5.1	LC5.11	230	F+N	32	C	4,5ka
5Q5.2	LC5.12	230	F+N	32	C	4,5ka
5Q5.3	LC5.13	230	F+N	32	C	4,5ka
5Q6.1	LC5.14	230	F+N	32	C	4,5ka
5Q6.2	LC5.15	230	F+N	32	C	4,5ka
5Q6.3	LC5.16	230	F+N	32	C	4,5ka
5Q6.4	LC5.17	230	F+N	1	C	4,5ka

-Cuadro 6:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
6Q1.1	LC6.1	230	F+N	2	C	3ka
6Q1.2	LC6.2	230	F+N	16	C	3ka
6Q2.1	LC6.3	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q2.2	LC6.4	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q2.3	LC6.5	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q3.1	LC6.6	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q3.2	LC6.7	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q3.3	LC6.8	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q4.1	LC6.9	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q4.2	LC6.10	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q5.1	LC6.11	230	F+N	32	C	3ka
6Q5.2	LC6.12	230	F+N	32	C	3ka
6Q5.3	LC6.13	230	F+N	32	C	3ka
6Q5.4	LC6.14	230	F+N	1	C	3ka



1.6 PUESTAS A TIERRA:

1.6.1 INTRODUCCIÓN:

Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la instrucción 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- Locales húmedos 24 voltios.
- Locales secos 50 voltios.

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas.

Las tomas de tierra limitan las sobre intensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de esta corriente.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

1.6.2 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA:

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta, o la de descargas de origen atmosférico.

La instalación a tierra se convierte en una especie de embudo sumidero que manda a tierra toda la corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y también enviará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico o procedente de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las consiguientes diferencias de potencial



entre puntos del terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.
- La protección de los equipos sensibles.
- Un potencial de referencia.

Para ello es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones.
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura, etc.) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

1.6.3 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA:

1.6.3.1 EL TERRENO:

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico. Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente. La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno. La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción *MIE-RAT-13*, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:

- Humedad.
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida.
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura.
- Textura.

1.6.3.2 LAS TOMAS DE TIERRA:

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y la instalación.

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

1.6.3.2.1 Electrodo:

Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste, de la corriente de defecto que pueden presentarse a la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

Los electrodos estarán contruidos con materiales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno. Por ello, se suelen usar materiales tales como el cobre, el acero galvanizado y el hierro cincado.

Según su estructura, los electrodos pueden ser:

- **Placas:** Serán placas de cobre o hierro cincado. En caso de ser necesarias varias placas, estas se colocaran separadas una distancia de 3 metros.
- **Picas:** Pueden estar formadas por tubos de acero cincado de 60 mm de diámetro mínimo, o de cobre de 14 mm de diámetro, y con unas longitudes nunca inferiores a los 2 metros. En el caso de ser necesarias varias picas, la distancia entre ellas será, al menos, igual a la longitud.
- **Conductores enterrados:** Se usaran cables de cobre desnudo de al menos 35 mm² de sección, o cables de acero galvanizado de un mínimo de 2,5 mm de diámetro. Estos electrodos deberán enterrarse horizontalmente a una profundidad no inferior a los 50 cm.
- **Mallas metálicas:** Formadas por electrodos simples del mismo tipo unidos entre sí y situados bajo tierra.

En todos los casos, la sección del electrodo debe ser tal que ofrezca menor resistencia que la del conductor de las líneas principales de tierra. La resistencia del electrodo depende de su forma, de sus dimensiones y de la resistividad del terreno. Las formulas que se deben utilizar para calcular estas resistencias vienen recogidas en la *ITC-BT 18* del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.6.3.2.2 Línea de enlace con tierra:

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm² de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.



1.6.3.2.3 Punto de puesta a tierra:

Es una parte situada fuera del suelo, que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. La instalación que lo precise, dispondrá de un número suficiente de puntos de puesta a tierra convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos. El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.), que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

1.6.3.3 LA LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA:

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm^2 de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

1.6.3.4 LAS DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA:

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la *ITC BT 18*.

<i>Secciones de los conductores de fase (mm²)</i>	<i>Secciones mínimas de los conductores de protección (mm²)</i>
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S / 2

(*) Con un mínimo:

- 2.5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.

Con un mínimo de 4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.



1.6.3.5 LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN:

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la *ITC BT 19*.

1.6.4 ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA:

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, se deberá conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (no obligatorio según R.E.B.T.).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

1.6.5 SOLUCIÓN ADOPTADA:

El electrodo de puesta a tierra está formado por un conductor de cobre de 50 mm² desnudo y enterrado a una profundidad de 0.8 m.

El conductor abarca todo el perímetro de la nave, y en cada vértice tendrá una pica de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud.

El número total de picas será 4, y toda la red estará unida en mallazo metálico de cimentación y a los pilares metálicos.

Todas las uniones se realizarán mediante soldadura aluminotérmicas.

En cada pica se pondrá una arqueta de registro para poder comprobar el buen estado de las picas y de las conexiones al anillo de cobre desnudo.

El anillo de puesta a tierra se conectará al borneo principal de tierra del cuadro general a través de una caja de seccionamiento y medida de puesta a tierra situada junto al cuadro, desde donde partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores.

Los conductores de tierra que no estén desnudos, se marcarán con los colores amarillo-verdes para su identificación.

1.7 POTENCIA A COMPENSAR:

Según los datos calculados en el apartado cálculos y expuestos en las tablas, determinaremos el Cos φ general de la instalación:

$$\text{Cos } \varphi = \frac{\sum P(w)}{\sum S(VA)} = \frac{384670 \text{ w}}{408753 \text{ VA}} = \mathbf{0,941}$$

Por lo tanto, la potencia reactiva consumida será:

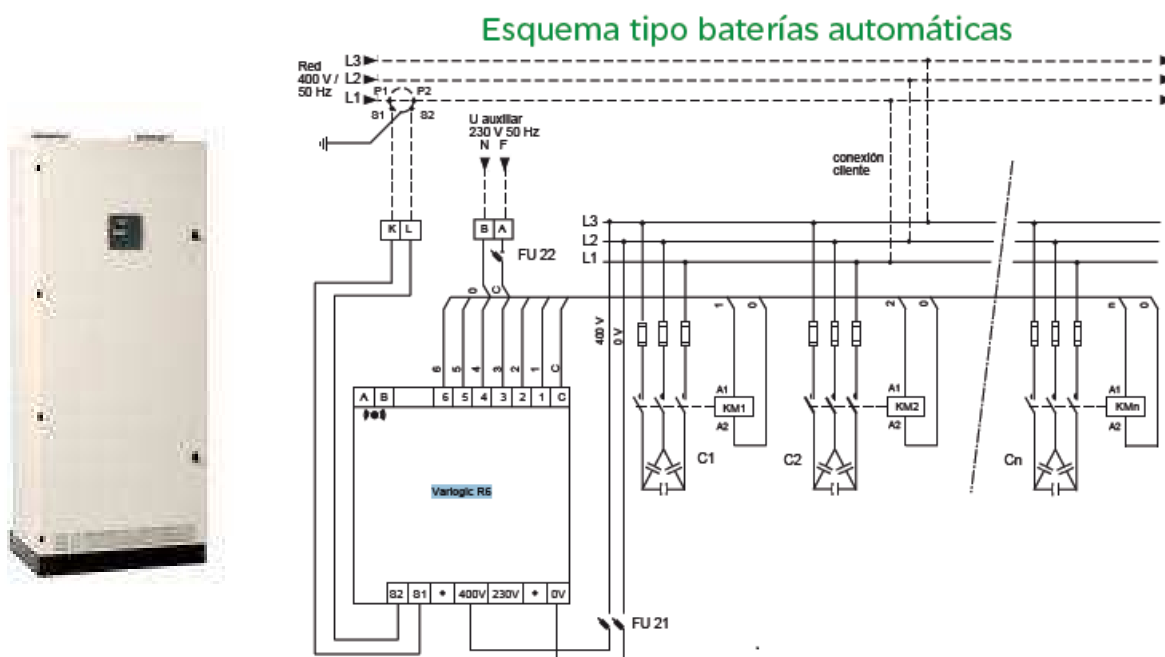
$$Q = P \times (\text{tg } \varphi_{\text{final}} - \text{tg } \varphi_{\text{inicial}}) = \mathbf{143,85 \text{ KVar}}$$

Para corregir el factor de potencia y que en la práctica sea lo más aproximado a 1, se instalara una batería automática de condensadores de la marca Schneider electric modelo “VARLOGIC Ref. 65512”.

El mecanismo tiene un medidor en tiempo real del factor de potencia, y va corrigiéndolo automáticamente conectando y desconectando condensadores a la red.

Que tiene las siguientes características:

- Potencia 144 KVar
- Tensión asignada: 440 V, trifásicos 50 Hz
- Protección contra contactos directos
- Normas : CEI 439-1, EN 60439



f91.1 Vista del compensador de reactiva y esquema de uso



1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

1.8.1 INTRODUCCIÓN:

La alimentación de todos los circuitos de la instalación se realizará a partir del centro de transformación propiedad de la empresa, ubicado en un local de uso exclusivo y de fácil acceso en el exterior de la misma.

En él se encuentran los elementos de unión entre la red de distribución y el transformador de potencia.

Al centro de transformación llegará la acometida de alta tensión a 13.2 KV subterránea, y en él se dispondrán los elementos necesarios y exigidos por la reglamentación vigente. Las necesidades de la instalación serán cubiertas mediante un transformador de 400 KVA de potencia nominal.

1.8.2 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES:

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a centros de transformación contenidas en los reglamentos y disposiciones oficiales siguientes:

- **Normas Generales:**
 - **Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.** Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
 - **Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.**
 - **Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.** Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de 12 noviembre, B.O.E. 01-12-1982.
 - **Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.** Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.
 - **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.** Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
 - **Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT.** Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
 - **Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias.** Hasta el 10 de marzo de 2000.



- **Autorización de Instalaciones Eléctricas.** Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- **Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional** y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- **Ley de Regulación del Sector Eléctrico**, Lay 54/1997 de 27 de noviembre.
- **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía**, Decreto de 12 Marzo de 1954 y **Real Decreto 1725/84** de 18 de Julio.
- **Real Decreto 2949/1982** de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- **NTE-IEP.** Norma tecnológica de 24-03-1973, para **Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.**
- Normas **UNE / IEC.**
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- **- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:**
 - **CEI 62271-202, UNE-EN 62271-202**
Centros de Transformación prefabricados.
 - **NBE-X**
Normas básicas de la edificación.



- **- Normas y recomendaciones de diseño de Aparamenta eléctrica:**
 - **CEI 62271-1, UNE-EN 60694**
Estipulaciones comunes para las normas de Aparamenta de Alta Tensión.
 - **CEI 61000-4-X, UNE-EN 61000-4-X**
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
 - **CEI 62271-200, UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)**
Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
 - **CEI 62271-102, UNE-EN 62271-102**
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
 - **CEI 62271-103, UNE-EN 60265-1**
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
 - **CEI 62271-105, UNE-EN 62271-105**
Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.
 - **CEI 60255-X-X, UNE-EN 60255-X-X**
Relés eléctricos.
 - **UNE-EN 60801-2**
Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.
- **- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:**
 - **CEI 60076-X**
Transformadores de Potencia.
 - **UNE 21428**
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

1.8.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN:

La clasificación de los centros de transformación (CT) se puede hacer desde varios puntos de vista:

1.8.3.1 POR LA UBICACIÓN:

Atendiendo a su ubicación las normas tecnologías de la edificación clasifican los centros de transformación en:

1.8.3.1.1 Interiores:

Cuando el recinto del CT está ubicado dentro de un edificio o nave, por ejemplo en su planta baja, sótano, etc.

1.8.3.1.2 Exteriores:

Cuando el recinto que contiene el CT está fuera del edificio, o sea no forma parte del mismo. En ese caso pueden ser:

-De superficie: Por ejemplo una caseta de obra civil o prefabricada, dedicada exclusivamente al CT, edificada sobre la superficie del terreno.

-Subterráneo: Por ejemplo en un recinto excavado debajo de una calle (habitualmente la acera).

-Semienterrado: situación intermedia, una parte que queda debajo de la cota cero del terreno y otra parte que queda por encima de dicha cota cero.

1.8.3.2 POR LA ACOMETIDA:

Atendiendo a la acometida de alimentación de la línea de media tensión, pueden ser:

1.8.3.2.1 Alimentados por línea aérea:

Si la línea llegara por el aire sobre algún tipo de poste o soporte, con los conductores al aire, entonces se considera línea aérea.

1.8.3.2.2 Alimentados por cable subterráneo:

Habitualmente éste entra en el recinto del CT por medio de una canalización subterránea, ya sea una zanja, sótano, tubería...

1.8.3.3 POR EL EMPLAZAMIENTO:

Según sea el emplazamiento de los aparatos que lo constituyen, los CT pueden clasificarse también en:



1.8.3.3.1 Interiores:

Cuando los aparatos (transformadores y equipos de MT y BT) están dentro de un recinto cerrado.

1.8.3.3.2 Intemperie:

Cuando los aparatos quedan a la intemperie por ejemplo sobre postes o bien bajo envolventes prefabricadas, o sea transformadores y cabinas construidas para servicio intemperie.

El tipo de CT cada vez más frecuente, es el de recinto cerrado alimentado con los cables de media tensión subterráneos. Se observa también una creciente utilización del tipo de CT exterior, de superficie, a base de caseta prefabricada de obra civil también con alimentación por cable subterráneo de media tensión.

1.8.4 TIPOS DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

1.8.4.1 DE RED PÚBLICA:

Cuando se trata de alimentar a diversos abonados en baja tensión, la empresa distribuidora, instala un CT de potencia adecuada al consumo previsto del conjunto de abonados. Por tanto, el CT es propiedad de la empresa suministradora de electricidad la cual efectúa su explotación y mantenimiento, y se responsabiliza de su funcionamiento. Por tanto, este CT forma parte de la red de distribución también denominada red pública.

1.8.4.2 DE ABONADO:

A partir de determinada potencia y/o consumo, existe la opción de contratar el suministro de energía directamente en media tensión. En este caso, el abonado debe instalar su propio CT y realizar su explotación y mantenimiento.

Se habla pues de un CT de abonado. Como el precio de la energía en media tensión es más bajo que en baja tensión, a partir de ciertas potencias (KVA) y/o consumos (Kwh.) resulta más favorable contratar el suministro en media tensión, aún teniendo en cuenta el coste del CT y su mantenimiento (ambos a cargo del abonado). Esta opción de CT propio presenta otras ventajas adicionales:

- Independencia respecto de otros abonados de baja tensión.
- Poder elegir el régimen de neutro de baja tensión más conveniente, aspecto importante para ciertas industrias, en las que la continuidad de servicio puede ser prioritaria.
- Poder construir el CT, ya previsto para futuras ampliaciones.



1.8.5 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO:

El centro de transformación está ubicado en un edificio prefabricado en el exterior de la nave industrial, al que solo se podrá acceder mediante unas puertas que permanecerán cerradas con llave.

1.8.6 CARACTERISTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

El Centro de Transformación, tipo cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 13,2 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

1.8.7 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 318 Kw.

Para atender a las necesidades indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 400 KVA.

1.8.8 DESCRIPCION DE LA INSTALACION

1.8.8.1 OBRA CIVIL

El Centro de Transformación de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la Aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

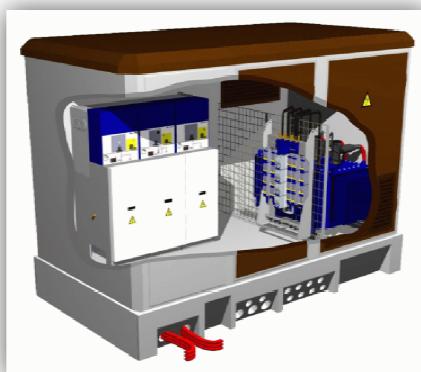
Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

1.8.8.2 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

1.8.8.2.1 Edificio de Transformación: PFU-5

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura mono bloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la Aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.



1.8.8.2.2 Envolverte

La envolverte de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolverte.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

1.8.8.2.3 Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

1.8.8.2.4 Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de



Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

1.8.8.2.5 Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

1.8.8.2.6 Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

1.8.8.2.7 Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

1.8.8.2.8 Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

1.8.8.3 CARACTERISTICAS DETALLADAS

Nº de transformadores:	1
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta
Dimensiones exteriores	
Longitud:	6080 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	17460 kg



Dimensiones interiores

Longitud:	5900 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	6880 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

1.8.9 INSTALACION ELECTRICA

1.8.9.1 CARACTERISTICAS DE LA RED DE ALIMENTACION:

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 13,2 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 20 kA eficaces.

1.8.9.2 CARACTERISTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSION:

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: **CGMCOSMOS**

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

1.8.9.3 CONSTRUCCION:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.



1.8.9.4 SEGURIDAD:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundación: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
 - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
 - cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasa tapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV



Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

1.8.10 CARACTERISTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTE MT Y TRANSFORMADORES

1.8.10.1 SECCIONAMIENTO COMPAÑÍA: CGMCOSMOS-S Interruptor pasante

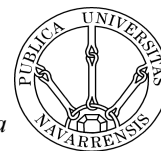
Entrada / Salida 1: *CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador*

Celda con envoltorio metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

· Tensión asignada:	24 kV
· Intensidad asignada:	400 A
· Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
· Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
· Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75 kV
· Capacidad de cierre (cresta):	40 kA



- Capacidad de corte

- Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 95 kg

- Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

Entrada / Salida 2: **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

Celda con envoltorio metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV



· Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

· Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

· Ancho: 365 mm
· Fondo: 735 mm
· Alto: 1740 mm
· Peso: 95 kg

- Otras características constructivas

· Mando interruptor: manual tipo B

1.8.10.2 PROTECCION GENERAL: CGMCOSMOS-P Protección fusibles

Celda con envoltorio metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada:	24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
- Intensidad asignada en la derivación:	200 A
- Intensidad fusibles:	3x40 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
- Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
- Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
- Capacidad de corte	400 A

- Características físicas:



- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados
- Relé de protección: ekorRPT-201A

1.8.10.3 MEDIDA: CGMCOSMOS-M Medida

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-M de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV

- Características físicas:

- Ancho: 800 mm
- Fondo: 1025 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 165 kg

1.8.10.4 EQUIPOS DE MEDIDA:

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y construido atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:



Transformadores de tensión:

- Relación de transformación: 13200/V3-110/V3 V
- Sobretensión admisible: 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas
- Clase de precisión: 0,2
- Transformadores de intensidad
- Relación de transformación: 15 - 30/5 A
- Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)
- Clase de precisión: 0,2 s

1.8.10.5 SECCIONAMIENTO CLIENTE: CGMCOSMOS-S Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-S** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 450 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 105 kg

- Otras características constructivas:

- Mando interruptor: manual tipo B



1.8.10.6 TRANSFORMADOR 1: Transformador aceite 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

1.8.11 CARACTERISTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSION

1.8.11.1 CUADRO BT-B2 TRANSFORMADOR 1: INTERRUPTOR DE CARGA + FUSIBLE

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor manual de corte en carga de 630 A.
- 1 Salida formadas por bases portafusibles.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas (alimentación a alumbrado) y pequeño material.

Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min)
 - a tierra y entre fases: 10 kV
 - entre fases: 2,5 kV
 - Impulso tipo rayo:
 - a tierra y entre fases: 20 kV
- Dimensiones:
 - Altura: 1820 mm
 - Anchura: 580 mm
 - Fondo: 300 mm



1.8.12 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSION Y BAJA TENSION

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la Aparamenta.

1.8.12.1 INTERCONEXIONES DE MT:

- Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

- Puentes entre Celdas: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

- Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

1.8.12.2 EQUIPACIONES VARIAS

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

1.8.13 MEDIDA DE LA ENERGIA ELECTRICA



El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

1.8.14 UNIDADES DE PROTECCION, AUTOMATISMO Y CONTROL

Unidad de Protección: **ekorRPT**

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección de transformadores. Aporta a la protección de fusibles protección contra sobrecargas y defectos fase-tierra de bajo valor. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

- Características:

- Rango de potencias: 50 kVA - 2500 kVA
- Funciones de Protección:
- Sobreintensidad
- Fases (3 x 50/51)
- Neutro (50N / 51N)
- Neutro Sensible (50Ns / 51Ns)
- Disparo exterior: Función de protección (49T)
- Detección de faltas a tierra desde 0,5 A
- Bloqueo de disparo interruptor: 1200 A y 300 A
- Evita fusiones no seguras de fusibles (zona I3)
- Posibilidad de pruebas por primario y secundario
- Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)
- Histórico de disparos
- Medidas de intensidad: I1, I2, I3 e Io

- Elementos:

- Relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).
- Los sensores de intensidad son transformadores toroidales que tienen una relación de 300 A / 1 A. Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.
- La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de auto alimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura.



Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior con un nivel de aislamiento de 10 kV.

- El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.
 - Otras características:
 - Ith/Idin = 20 kA /50 kA
 - Temperatura = -10 °C a 60 °C
 - Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz \pm 1 %
 - Ensayos: - De aislamiento según 60255-5
 - De compatibilidad electromagnética según:
CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011 X

1.8.15 PUESTA A TIERRA

1.8.15.1 TIERRA DE PROTECCION

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado).

No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

1.8.15.2 TIERRA DE SERVICIO

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

1.8.16 INSTALACIONES SECUNDARIAS

- Alumbrado:

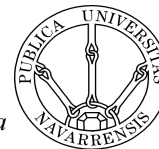
El Interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Armario de primeros auxilios:

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad:



-Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

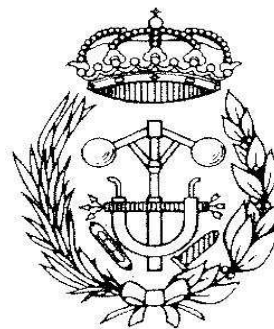
Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

Pamplona, 24 de Junio de 2014

David López Ortega.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL”

DOCUMENTO Nº 2: CÁLCULOS

Alumno: David López Ortega

Tutor: Amaia Pérez Ezkurdia

Pamplona, Junio 2014

**2. CÁLCULOS:****ÍNDICE:**

2.1 MÉTODO DE CÁLCULO.....	4
2.2 PREVISIÓN DE CARGAS.....	4
2.2.1 EQUIPO E INSTALACIÓN SEGÚN LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL	4
2.2.1.1 LISTADO DE CARGAS A EMPLEAR.....	5
2.2.2 ILUMINACIÓN.....	8
2.2.2.1 INTRODUCCIÓN	8
2.2.2.2 MÉTODO DE CÁLCULO.....	8
2.2.2.3 EJEMPLOS DE CÁLCULO	9
2.2.2.3.1 En una instalación interior.....	9
2.2.2.3.2 Resumen de las luminarias obtenidas en la instalación interior	14
2.2.2.3.3 Calculo de iluminación exterior de la nave	15
2.2.2.3.4 Resumen de la iluminación exterior obtenida	16
2.2.2.3.5 Calculo de iluminación de emergencia	16
2.2.2.3.6 Resumen de las luminarias en la instalación de señalización y emergencia.....	18
2.2.2.4 RESUMEN DE LA POTENCIA TOTAL UTILIZADA EN TODA LA ILUMINACIÓN	18
2.2.3 RESUMEN DE LA PREVISIÓN DE CARGAS.....	19
2.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LÍNEA	20
2.3.1 MÉTODO DE CÁLCULO	21
2.3.2 TABLA DE LAS INTENSIDADES DE LOS CUADROS Y LAS POTENCIAS RESULTANTES APLICANDO LOS FACTORES DE CORRECCIÓN.....	21
2.3.3 RESUMEN DE LAS INTENSIDADES Y POTENCIAS TOTALES OBTENIDAS	25
2.4 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	25
2.5 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	26
2.5.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN	26
2.5.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN	26
2.5.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.....	27
2.5.3.1 INTRODUCCIÓN	27
2.5.3.2 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO	27
2.5.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	28
2.5.4.1 INTRODUCCIÓN	28
2.5.4.2 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	28
2.5.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA	29
2.5.4.4 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA	29



2.5.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS	29
2.5.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT	30
2.5.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	30
2.5.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS	31
2.5.9 OTRAS INSTALACIONES DEL CENTRO	32
2.5.9.1 LÁMPARAS Y LUMINARIAS	32
2.5.9.2 LUMINARIAS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN ...	32
2.5.9.3 CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	32
2.5.9.3.1 Dimensionamiento de los cables del cuadro de baja tensión del centro de transformación	33
2.5.10 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	33
2.5.10.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	33
2.5.10.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO	33
2.5.10.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA	34
2.5.10.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA	34
2.5.10.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	36
2.5.10.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	37
2.5.10.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS	38
2.5.10.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR	39
2.6 CALCULO DE LA POTENCIA REACTIVA A COMPENSAR	41
2.6.1 FACTOR DE POTENCIA DE LA INSTALACIÓN	41
2.6.2 CONDENSADORES NECESARIOS PARA LA COMPENSACIÓN.	44
2.6.3 CALCULO PARA DIMENSIONAR LA BATERÍA DE CONDENSADORES	45
2.7 CALCULO DE SECCIONES DE LA INSTALACIÓN.....	47
2.7.1 MÉTODO DE CÁLCULO	47
2.7.1.1 CRITERIO TÉRMICO	47
2.7.1.2 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN	48
2.7.2 CÁLCULO DE LA ACOMETIDA	50
2.7.2.1 CAÍDA DE TENSIÓN EN LA ACOMETIDA	51
2.7.3 CÁLCULO DE LAS SECCIONES DEL CUADRO GENERAL.....	51
2.7.4 CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CUADRO AUXILIARES	52



2.8 CANALIZACIONES.....	57
2.8.1 ACOMETIDA, CANALIZACIONES QUE PARTE DESDE EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN HASTA EL CUADRO GENERAL	57
2.8.2 CANALIZACIONES QUE PARTE DESDE EL CUADRO GENERAL HASTA LOS CUADROS AUXILIARES.....	58
2.8.3 CANALIZACIONES DE LAS LÍNEAS DE LOS CUADROS AUXILIARES	59
2.8.4 RESUMEN DE LAS CANALIZACIONES DE TODA LA INSTALACIÓN.....	63
2.9 PROTECCION MAGNETOTERMICA	64
2.9.1 CONCEPTOS PARA DEFINIR UN MAGNETOTÉRMICO	64
2.9.2 PARAMETROS PARA DEFINIR UN MAGNETOTERMICO ..	65
2.9.2.1 TENSION NOMINAL DE LA PROTECCION	65
2.9.2.2 NUMERO DE POLOS DE LA PROTECCION	66
2.9.2.3 INTENSIDAD NOMINAL	66
2.9.2.4 FORMULAS UTILIZADAS EN CÁLCULO DEL PODER DE CORTE Y CURVA DE UNA PROTECCION MAGNETOTERMICA.....	70
2.9.3 EJEMPLO DE CÁLCULO DEL PODER DE CORTE Y CURVA DE UNA PROTECCION MAGNETOTERMICA.....	73
2.9.4 RESUMEN DE LOS PODERES DE CORTE CALCULADOS	75
2.9.5 RESUMEN DE LOS MAGNETOTERMICOS SELECCIONADOS	100
2.10 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS, DIFERENCIALES.....	105
2.11 CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA	108
2.11.1 CARACTERISTICAS DEL ELECTRODO	108
2.11.2 SEPARACION ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LA INSTALACIÓN Y LA TOMA DE TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	111
2.12 ANEXOS.....	112



2 - CALCULOS:

En este apartado del proyecto se justificaran todas las decisiones tomadas y todos los datos y parámetros utilizados para llegar a las soluciones adoptadas en los diferentes problemas afrontados en la redacción del proyecto.

2.1 - METODO DE CÁLCULO:

Para empezar a realizar los cálculos de la instalación, se deben conocer los datos de partida, y uno de los más importantes es la previsión de cargas, ya que, es donde se definen las características de los consumidores y las potencias.

En la realización del proyecto, se procederá a realizar un ejemplo en cada apartado individualmente y luego se expondrán en unas tablas resumidas los demás datos de cada apartado.

2.2– PREVISION DE CARGAS:

La previsión de cargas es una estimación de la potencia a emplear por los consumidores usados para realizar la actividad empresarial.

Cuando se trabaje en la empresa, se realizara un producto, por lo que se necesita saber de una forma más o menos aproximada, que tipo de maquinas o instalaciones serán necesarias para realizar dicha actividad empresarial, y cuál es la potencia de cada máquina, y así posteriormente realizar todos los cálculos necesarios para la alimentación y protección de cada equipo, así como de la potencia total necesaria para realizar la actividad empresarial.

A parte de las maquinas y equipos necesarios utilizados en la fase de producción, también es necesario conocer otros apartados más generales que también son importantes, como son los usos generales, iluminación, oficinas, calefacción aire acondicionado etc.

2.2.1- EQUIPOS E INSTALACIONES SEGÚN LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL:

El cliente deberá entregarnos un listado de las maquinas que tiene pensado utilizar para realizar dicha actividad, y el lugar donde se ubicaran dentro de la empresa, y as conocer das distancias para posteriormente realizar los cálculos necesarios.

Existirán algunas cargas que se deberán introducir en la instalación por necesidad, como los usos generales de iluminación y calefacción que se detallaran más adelante.

**2.2.1.1-LISTADO DE CARGAS A EMPLEAR:****-Listado de las maquinas a utilizar en la propia actividad:****Interpretación de las tablas:****Un:** Tensión Nominal en voltios**Pn:** Potencia nominal en Vatios

	CARGA Nº	Un (V)	Cos fi	Pn (w)
MAQUINA 1 CENTRO MECANIZADO 1	1	400	0,93	15000
MAQUINA 2 CENTRO MECANIZADO 2	2	400	0,93	15000
MAQUINA 3 PLEGADORA	3	400	0,98	5500
MAQUINA 4 TORNO 1	4	400	0,89	17570
MAQUINA 5 TORNO 2	5	400	0,89	17570
MAQUINA 6 FRESADORA 1	6	400	0,90	9040
MAQUINA 7 FRESADORA 2	7	400	0,90	9040
MAQUINA 8 TALADRO COLUMNA	8	400	0,95	1500
MAQUINA 9 ESMERIL	9	400	0,95	1500
MAQUINA 10 TERMOSELLADORA 1	10	400	0,9	4000
MAQUINA 11 TERMOSELLADORA 2	11	400	0,9	4000
MAQUINA 12 EMBUTIDORA 1	12	400	0,9	3300
MAQUINA 13 EMBUTIDORA 2	13	400	0,9	3300
MAQUINA 14 EMBUTIDORA 3	14	400	0,9	3300
MAQUINA 15 EMBUTIDORA 4	15	400	0,9	3300
MAQUINA 16 EMBUTIDORA 5	16	400	0,9	3300
MAQUINA 17 EMBUTIDORA 6	17	400	0,9	3300
MAQUINA18 EMBUTIDORA 7	18	400	0,9	3300
MAQUINA19 EMBUTIDORA 8	19	400	0,9	3300
MAQUINA20 EMBUTIDORA 9	20	400	0,9	3300
MAQUINA21 EMBUTIDORA 10	21	400	0,9	3300
MAQUINA22 EMBUTIDORA 11	22	400	0,9	3300
MAQUINA23 EMBUTIDORA 12	23	400	0,9	3300
COMPRESOR	24	400	0,9	5500
CARGADOR CARRETILA 1	25	400	0,95	2500
CARGADOR CARRETILA 2	26	400	0,95	2500
CARGADOR CARRETILA 3	27	400	0,95	2500
MOTOR PUERTA	28	230	0,9	2200
ALARMA	29	230	1	350
CALEFACTOR 1	30	400	0,94	3000
CALEFACTOR 2	31	400	0,94	3000

-Listado de tomas de enchufes monofásicos en los propios cuadros:

Según la distribución de cuadros auxiliares que se ha descrito en la memoria y que se puede observar en los planos, a cada cuadro auxiliar se le dota de una base de enchufes monofásica para usos generales.

	CARGA Nº	Un (V)	Cos fi	Pn (w)
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX. 1	32	230	1	3680
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX. 2	33	230	1	3680
TOMAS MONOFASICAS SUBCUADRO AUX. 2.1	34	230	1	3680
TOMAS MONOFASICAS SUBCUADRO AUX. 2.2	35	230	1	3680
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX. 3	36	230	1	3680
TOMAS MONOFASICAS SUBCUADRO AUX. 3.1	37	230	1	3680
TOMAS MONOFASICAS SUBCUADRO AUX. 3.2	38	230	1	3680
TOMAS MONOFASICAS SUBCUADRO AUX. 3.3	39	230	1	3680
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX. 5	40	230	1	3680
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX. 6	41	230	1	3680

-Listado de tomas de enchufes trifásicos en los propios cuadros:

Según la distribución de cuadros auxiliares que se ha descrito en la memoria y que se puede observar en los planos, a cada cuadro auxiliar se le dota de una base de enchufes trifásica para usos generales.

	CARGA Nº	Un (V)	Cos fi	Pn (w)
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX. 2	42	400	1	11085
TOMAS TRIFASICAS SUBCUADRO AUX. 2.1	43	400	1	11085
TOMAS TRIFASICAS SUBCUADRO AUX. 2.2	44	400	1	11085
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX. 3	45	400	1	11085
TOMAS TRIFASICAS SUBCUADRO AUX. 3.1	46	400	1	11085
TOMAS TRIFASICAS SUBCUADRO AUX. 3.2	47	400	1	11085
TOMAS TRIFASICAS SUBCUADRO AUX. 3.3	48	400	1	11085

**-Listado de maniobras en los propios cuadros:**

Según la distribución de cuadros auxiliares que se ha descrito en la memoria y que se puede observar en los planos, a cada cuadro auxiliar se le dota de un circuito de maniobra para actuar los diferentes puntos de iluminación, que por el excesivo consumo no podrían instalarse a través de los propios interruptores, y será necesario cablear Contactores de potencia.

	CARGA Nº	Un (V)	Cos fi	Pn (w)
MANIOBRA CUADRO AUX. 1	49	230	1	460
MANIOBRA CUADRO AUX. 2	50	230	1	460
MANIOBRA SUBCUADRO AUX. 2.1	51	230	1	460
MANIOBRA SUBCUADRO AUX. 2.2	52	230	1	460
MANIOBRA CUADRO AUX. 3	53	230	1	460
MANIOBRA CUADRO AUX. 5	54	230	1	460
MANIOBRA CUADRO AUX. 6	55	230	1	460

-Listado de tomas de enchufes monofásicos para usos comunes:

Según la distribución de zonas y locales que se ha realizado en la obra, será necesario colocar distintos puntos de bases de enchufes monofásicos para poder realizar la correcta utilización de las instalaciones.

	CARGA Nº	Un (V)	Cos fi	Pn (w)
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA A	56	230	1	36800
TOMAS MONOFÁSICAS ZONAS E Y F	57	230	1	29440
TOMAS MONOFÁSICAS ZONAS G Y H	58	230	1	29440
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA I	59	230	1	14720
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA J1	60	230	1	29440
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA J2	61	230	1	36800
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA L	62	230	1	22080
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA M	63	230	1	29440
TOMAS MONOFÁSICAS ZONAS N Y Ñ	64	230	1	22080
TOMAS MONOFÁSICAS ZONA O	65	230	1	14720
TOMAS MONOFÁSICAS ZONAS Q Y R	66	230	1	22080



2.2.2- ILUMINACIÓN:

Para realizar la previsión de potencia es necesario saber la potencia total empleada en la iluminación, una vez elegidos los equipos que se usaran, se procederá al cálculo utilizando uno de los programas informáticos más usados en la actualidad como es “Dialux”, en el cual mediante simulaciones introduciendo los parámetros necesarios se puede obtener los resultados de cálculo.

2.2.2.1-INTRODUCCIÓN:

Como se ha visto en la memoria, existen 3 tipos de iluminación en el proyecto. La iluminación interior, la exterior y la iluminación de emergencia, posterior mente se presentaran los cálculos realizados para los tres tipos.

2.2.2.2-MÉTODO DE CÁLCULO:

Para realizar los cálculos, se tratara cada zona de la nave industrial independiente unas de otras, y se calcularan por separado.

Primero se realiza un ejemplo siguiendo el método de cálculo aplicado a una zona, para que se comprenda el procedimiento y el resto de zonas se realiza siguiendo el mismo método.

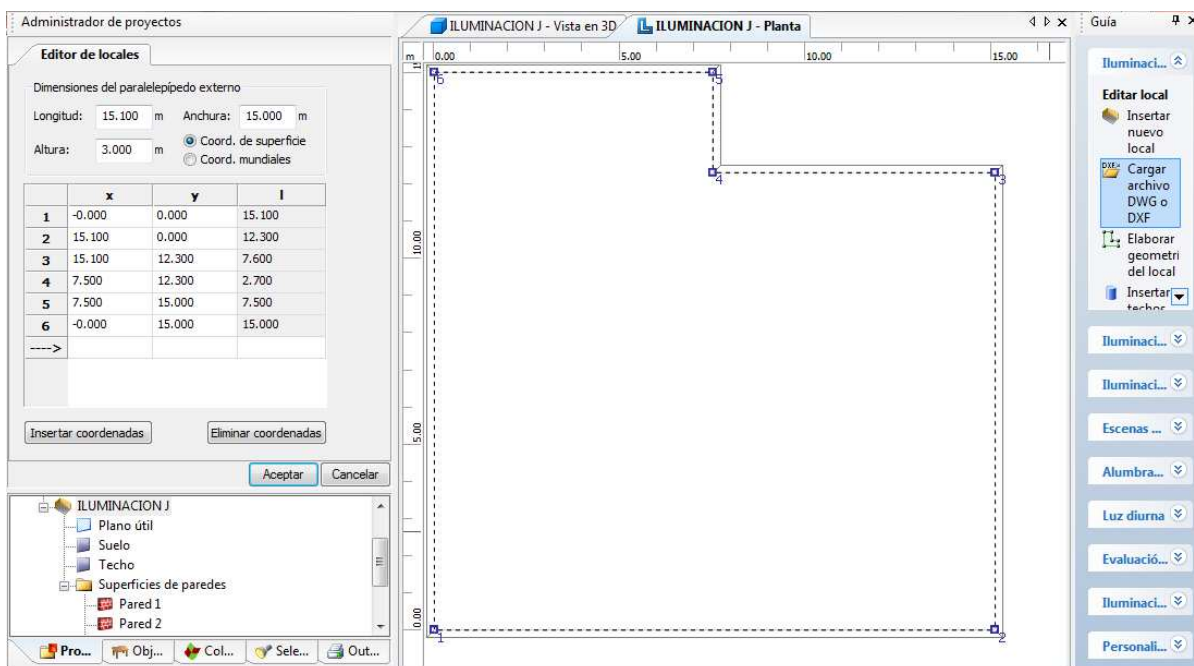
Finalmente se expondrán todos los datos en tablas, detallando las características de cada lámpara seleccionada en cada caso, el número empleado de lámparas y la potencia de las mismas, para posteriormente poder realizar los demás cálculos.

2.2.2.3- EJEMPLOS DE CÁLCULO:

2.2.2.3.1 En una instalación interior:

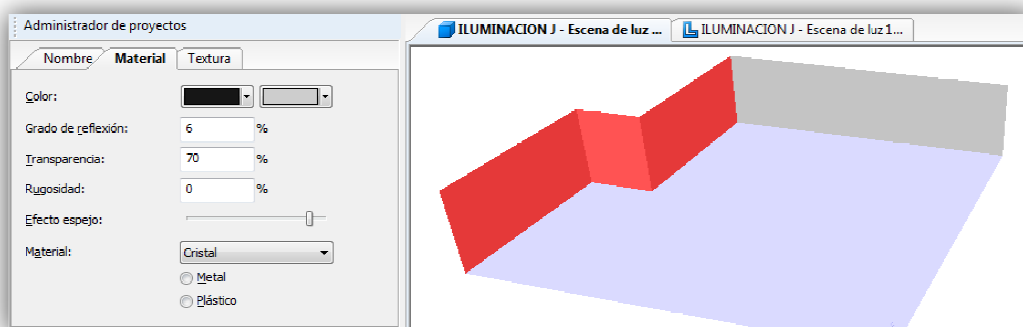
Se procede a la creación de un proyecto con Dialux en el que se configuran los datos de partida para la instalación cumpliendo con los requerimientos exigidos.

Para este ejemplo se elige un local, el “J” (La localización exacta se puede ver en los planos), como se puede apreciar en la figura F5.1, al crear un nuevo proyecto para la iluminación, en la parte de la derecha directamente nos aparece un opción para cargar un archivo “DWG”, como tenemos toda la distribución de la nave industrial dibujada en “Auto CAD”, es muy fácil incorporar la geometría del local de esta forma.



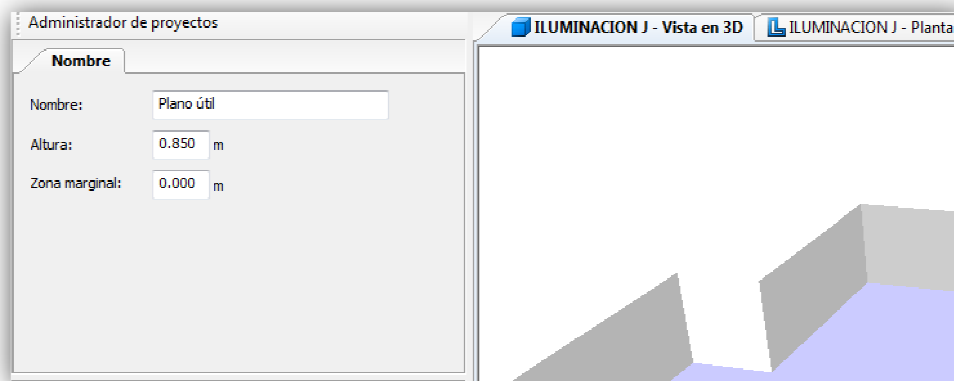
F8.1detalle geometría del local en “Dialux”.

Una vez obtenida la geometría, editamos los parámetros técnicos referentes al tipo de material y color de paredes en techo y suelo, en el caso de la figura F5.2 se seleccionan esas tres paredes con material cristal, ya que son cristaleras y las demás como pintadas de blanco, ya que son paredes blancas.



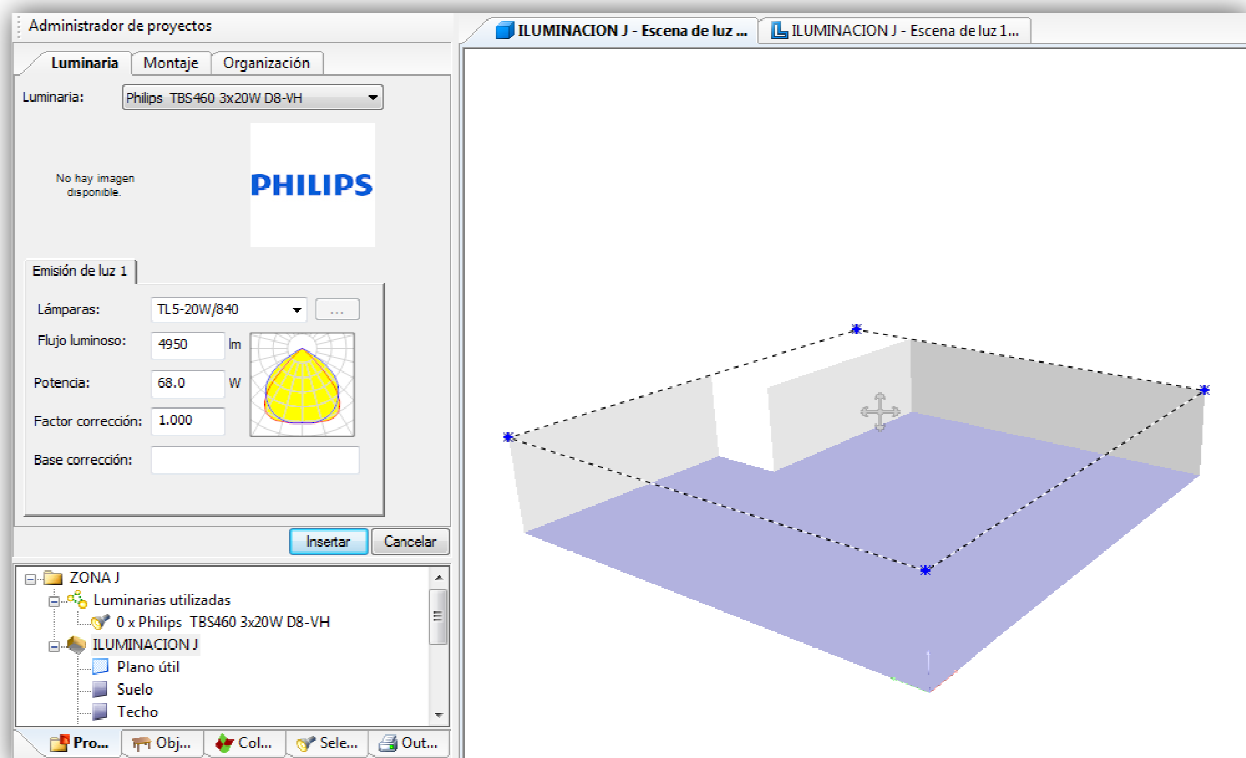
F8.2detalle de los materiales utilizados en “Dialux”.

También se tiene en cuenta el plano útil, que será el punto que se tome como referencia para que incida la iluminación, se tiene en cuenta la altura de una mesa.



F6.1 detalle de configuración del plano útil en "Dialux".

Una vez editados todos los parámetros constructivos referentes a la geometría y características del local, se configura el tipo de iluminación y la configuración de montaje.

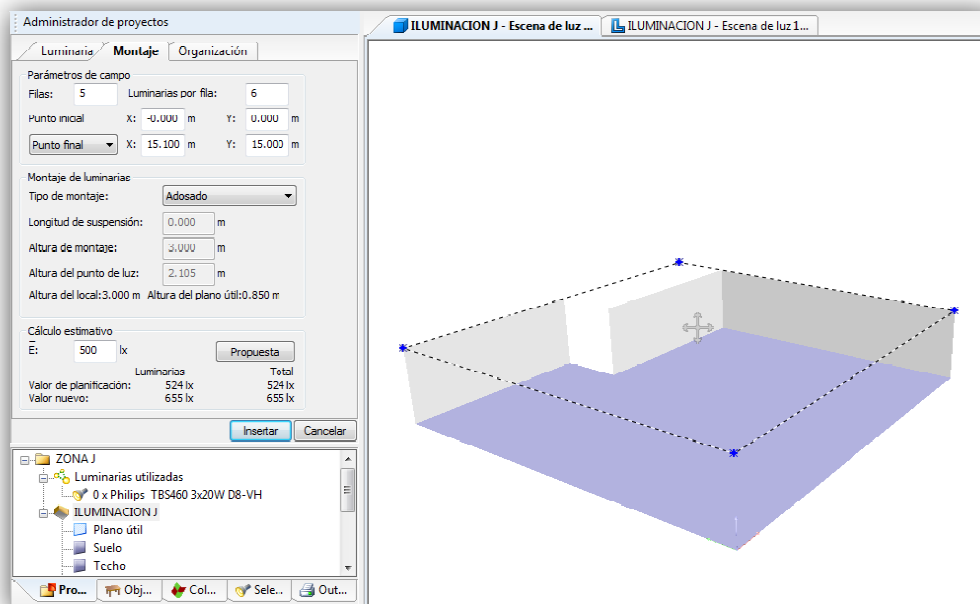


F6.2 detalle de la elección de la luminaria en "Dialux".

Una vez elegida la luminaria que queremos para este local, se adjunta al proyecto, y como se observa en la figura F7.1, en el apartado de montaje lo mas importante en nuestro caso será el

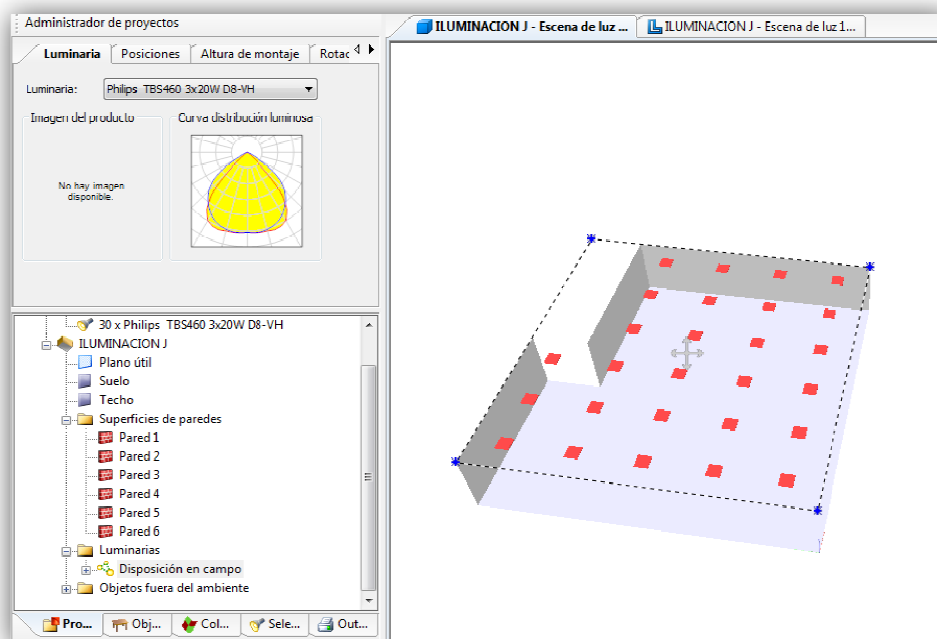
“cálculo estimativo” en Lux de los requerimientos mínimos estimados para este local según el tipo de actividad que se va a realizar.

Como la actividad a realizar en la estancia es el trabajo de personas en mesas de escritorio, se considera que tengan buena iluminación y se considera correcto realizar los cálculos con 500 Lux.



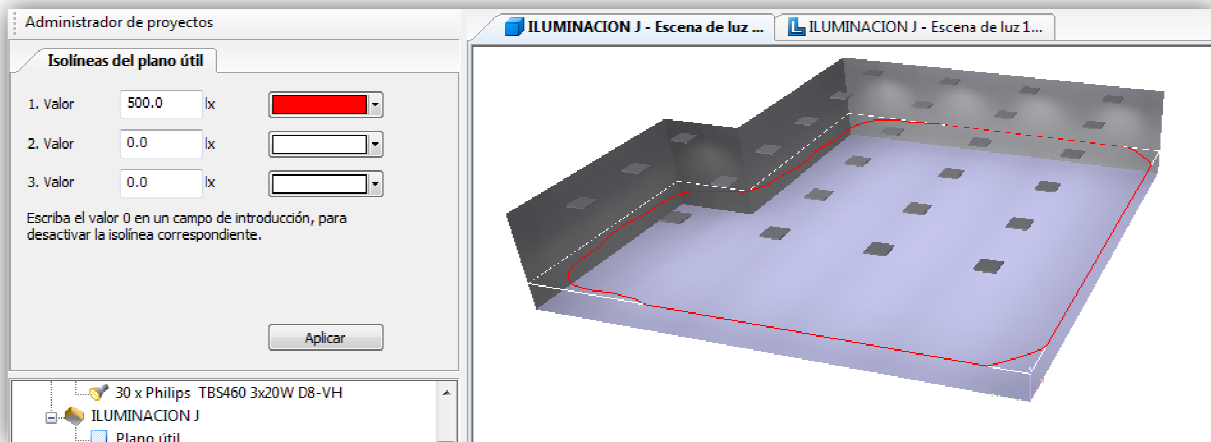
F7.1 detalle de la elección de la luminaria en “Dialux”.

Una vez introducido el 500lx en ese apartado, se puede pulsar sobre el botón “INSERTAR” y automáticamente como se puede observar en la figura F7.2 se genera automáticamente una propuesta de distribución de iluminación.



F7.2 detalle de la distribución de las luminarias en “Dialux”.

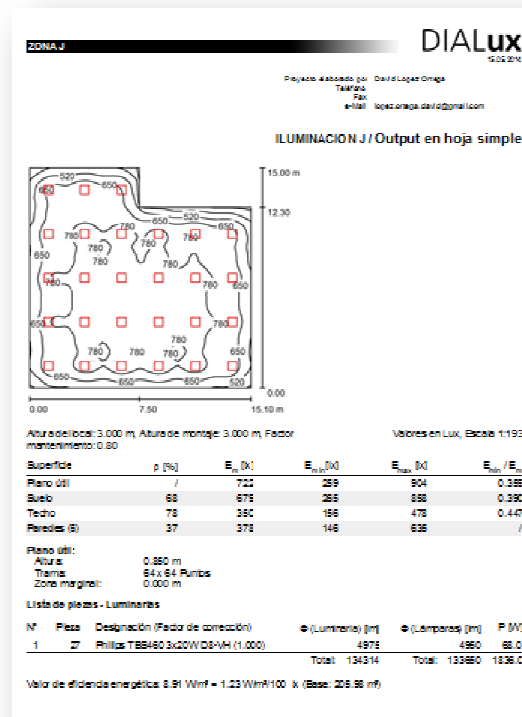
Como se puede observar en las figuras de la propuesta que hace el programa, se han elegido 27 luminarias para una superficie de casi 206 metros cuadrados, y también se puede comprobar la distribución de la iluminación requerida, acotando con “Isolineas” los requerimientos exigidos para el local.



F8.1 detalle de la distribución Isolineas en “Dialux”.

Una vez generado los cálculos con la distribución de luminarias, solo nos queda para calcular la potencia eléctrica, multiplicar el número de luminarias, en este caso 27, por la potencia nominal en vatios de cada luminaria lo que hace un total de 1836w.

Como se aprecia en la figura F8.2, también se puede generar un informe detallado, de la situación de los puntos de luz, características de los mismos y potencia eléctrica tota, los informes de todos los locales se pueden consultar el apartado de anexos de la memoria.



F8.2 detalle de resumen del local generado en “Dialux”.



Como se ha visto al hacer los cálculos, conociendo la geometría del local, los índices de reflexión de paredes, suelo y techo, y aplicando el factor de mantenimiento de 0,8 ya que se supone que se va a efectuar un mantenimiento y limpieza exhaustivos, se pueden realizar los cálculos de todas las zonas de iluminación de la nave.

Para la realización de los demás locales se realizarán los mismos procedimientos que con el local del ejemplo, utilizando los parámetros de la siguiente tabla:

ZONA ILUMINACION	SUPERFICIE	Reflexión (%)			Iluminación requerida (lux)	Factor mantenimiento
		Suelo	Techo	Pared		
SA1	102.93 m ²	68	78	35	300	0.8
SA2	79.20 m ²	68	78	38	100	0.8
SA3	25.48 m ²	68	78	50	100	0.8
SB	7.98 m ²	68	78	86	200	0.8
SC	10.40 m ²	68	78	68	100	0,8
SD	10.40 m ²	68	78	68	100	0,8
SE	86.24 m ²	68	78	50	500	0,8
SF	86.24 m ²	68	78	50	500	0,8
SG	86.24 m ²	68	78	50	500	0.8
SH	86.24 m ²	68	78	50	500	0.8
SI	59.16 m ²	78	78	42	500	0.8
SJ	205.98 m ²	68	78	37	500	0.8
SK	59.00 m ²	68	78	50	100	0.8
SL	143.20 m ²	68	78	43	500	0.8
SM	89.67 m ²	68	78	45	200	0.8
SN	59.69 m ²	68	78	78	200	0.8
SÑ	74.52 m ²	68	78	78	200	0.8
SO	38.40 m ²	68	78	48	100	0.8
SP	19.60 m ²	20	75	50	100	0.8
SQ1	46.08 m ²	27	78	78	500	0.8
SQ2	136.62 m ²	27	78	50	200	0.8
SR	37.60 m ²	27	78	50	300	0,8
SS	102.00 m ²	27	78	37	200	0.8
ST	700.00 m ²	27	80	79	200	0.8
SU	111.00 m ²	27	78	73	200	0.8
SV	2863.96 m ²	27	80	80	200	0.8
SV11	540.00 m ²	27	80	80	100	0.8
SW	3962.00 m ²	27	80	80	500	0.8

T12.1 Resumen de los parámetros utilizados para la obtención de los cálculos.

**2.2.2.3.2-Resumen de las luminarias obtenidas en la instalación interior:**

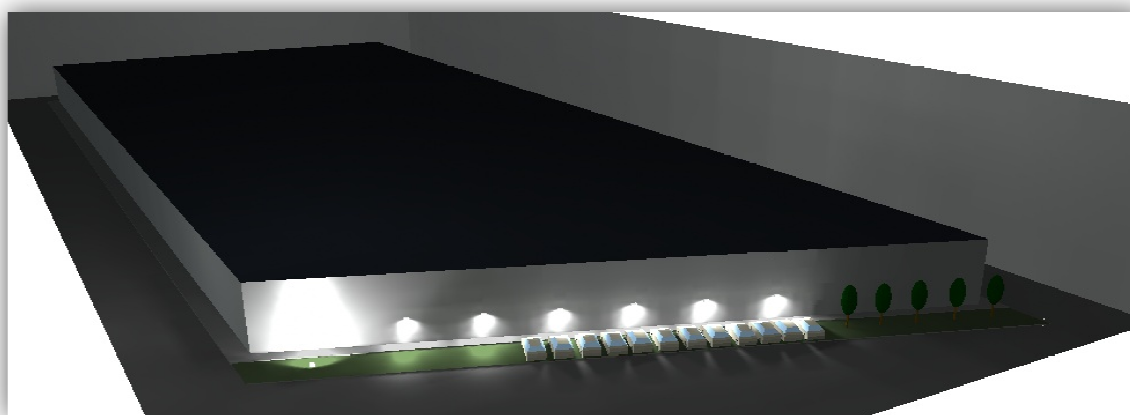
ZONA ILUMINACION	TIPO DE LUMINARIA	Nº luminarias	Ø unitario [lm]	Ø total [lm]	P. unitaria [W]	P. total [W]
SA1	Philips TBS460 3x20W D8-VH	8	4950	39600	68	544
SA2	Philips BBS490	5	2045	10225	35	175
SA3	Philips TBS460 3x20W D8-VH	2	4950	9900	68	136
SB	Philips BBS490	1	2045	2045	35	35
SC	Philips BBS490	1	2045	2045	35	35
SD	Philips BBS490	1	2045	2045	35	35
SE	Philips TBS460 3x20W D8-VH	12	4950	59400	68	816
SF	Philips TBS460 3x20W D8-VH	12	4950	59400	68	816
SG	Philips TBS460 3x20W D8-VH	12	4950	59400	68	816
SH	Philips TBS460 3x20W D8-VH	12	4950	59400	68	816
SI	Philips TBS460 3x20W D8-VH	9	4950	44550	68	612
SJ	Philips TBS460 3x20W D8-VH	27	4950	133650	68	1836
SK	Philips BBS490	8	2045	16360	35	280
SL	Philips TBS460 3x20W D8-VH	20	2045	4950	68	1360
SM	Philips TBS460 3x20W D8-VH	4	4950	19800	68	272
SN	Philips TBS460 3x20W D8-VH	4	4950	19800	68	272
SÑ	Philips TBS460 3x20W D8-VH	4	4950	19800	68	272
SO	Philips BBS490	5	2045	10225	35	175
P	Philips BBS490	4	2045	8180	35	140
SQ1	Philips TBS460 3x20W D8-VH	6	4950	29700	68	408
SQ2	Philips TBS460 3x20W D8-VH	10	4950	49500	68	680
SR	Philips TBS460 3x20W D8-VH	3	4950	14850	68	204
SS	Philips MPK380 P-WB GPK380 R D350	3	23000	69000	273	819
ST	Philips MPK380 P-WB GPK380 R D350	12	23000	276000	273	3276
SU	Philips MPK380 P-WB GPK380 R D350	3	23000	69000	273	819
SV	Philips TMX400 2x58W F32 +GMX470 C-NB	2	10400	104000	110	11000

SV11	Philips HPK380 P-MB +GPK380 R D465 +GC	5	55500	277500	431	2155
SW	Philips HPK380 P-MB +GPK380 R D465 +GC	60	55500	3330000	431	25860

Total:	54664 w
---------------	----------------

T14.1 Tabla resumen de las luminarias obtenidas y sus características.

2.2.2.3.3-Cálculo de la iluminación exterior de la nave:



F11.1 Vista de la iluminación exterior.

Para el cálculo de las luminarias y lámparas en el exterior de la Nave Industrial, primero se tendrá en cuenta los datos iniciales de la superficie de cada tramo de fachada (largo, ancho y alto).

En este caso la altura donde queremos poner las luminarias y, por supuesto, desde donde queremos alumbrar la zona pública o los aparcamientos.

En la imagen se puede apreciar la iluminación de los aparcamientos y de la parte izquierda de la fachada donde ira el logo de la empresa.

El procedimiento de cálculo será el mismo que el utilizado en la iluminación interior, con los datos recogidos en la tabla T10.1 se procede a la obtención de los resultados para la iluminación.

ZONA	SUPERFICIE	Reflexión (%)			Iluminación requerida (lux)	Factor mantenimiento
		Suelo	Techo	Pared		
Parking	-	27	-	6	20	0.7
Fachada	-	27	-	6	20	0.7

T14.1 Tabla resumen de los parámetros utilizados en los cálculos.

2.2.2.3.4-Resumen de la iluminación exterior obtenida:

ZONA	TIPO DE LUMINARIA	Nº luminarias	Ø unitario [lm]	Ø total [lm]	P. unitaria [W]	P. total [W]
Parking	Philips SGS103 TP P5	6	6600	39600	83,2	499,2
Fachada	MAZDA SWF330 S	1	28000	28000	274	274

Total:	773,2 w
---------------	----------------

*T16.1 Tabla resumen de las luminarias elegidas y sus características.***2.2.2.3.5-Cálculo de iluminación de emergencia:**

El cálculo del alumbrado de emergencia se realiza para obtener una iluminación media de 5 lm/m² en toda la nave, de manera que en caso de que el alumbrado general falle se mantenga un nivel de iluminación que permita evacuar la nave por las rutas marcadas.

La colocación del alumbrado de emergencia y señalización se situarán a una altura de 2,50 m respecto del suelo, justo encima de los marcos de las puertas, excepto en la planta de producción, que se colocarán a una altura de 3,50 m respecto del suelo.

Las recomendaciones de utilización se reflejan en la siguiente tabla:

Zona de instalación de la luminaria				
				
En todas las puertas de salida previstas para ser utilizadas en caso de emergencia.	En las salidas de seguridad y en función de dónde se hayan instalado los indicadores de seguridad.	Cerca de cada salida e inmediatamente fuera de la misma.	Cerca de las escaleras de modo que cada escalón reciba luz directa.	En cada punto en el que se produzca un cambio de dirección.
				
Cerca de cada zona de primeros auxilios.	Cerca de cada cambio de nivel del suelo.	En cada intersección de pasillos.	Cerca de cada dispositivo de seguridad contra incendios y de cada punto de llamada.	

F16.1 Tabla resumen de los puntos de señalización.

Para el cálculo de las luminarias, se sigue el mismo método de cálculo de simulación con el Dialux, seguido en el apartado de iluminación interior.

Las luminarias de emergencia elegidas se consideran luminarias autónomas, no permanentes con señalización y son de la marca **URIARTE SAFYBOX EF01 8 w**, con una autonomía de 1 hora desde la desconexión.

Para facilitar la colocación de las luminarias de emergencia, se instalan en los aparatos de iluminación kits de emergencia provistos de batería, para que la propia luminaria funcione como luminaria de emergencia simplificando la instalación.



F13.1 Kit de emergencia.

Características del kit de adaptación de emergencia:

- Voltaje 230VAC/ 50Hz
- Batería de Ni Cd de alta temperatura
- Indicador de sistema de carga de batería
- Tiempo de carga 24 horas
- Autonomía hora
- Limitador de descarga
- Entrada de telecomando universal
- Listo para funcionar con balastos electrónicos

2.2.2.3.6- Resumen de las luminarias en la instalación de señalización y emergencia:

ZONA	SUPERFICIE	Luminaria Emergencia	Nº	Luminaria Señalización	Nº
A	207.58 m ²	KIT LEGRAND 20W	2	ETAP K132	5
B	7.98 m ²	-	-	ETAP K132	1
C	10.40 m ²	-	-	ETAP K132	1
D	10.40 m ²	-	-	ETAP K132	1
E	86.24 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
F	86.24 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
G	86.24 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
H	86.24 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
I	59.16 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
J	205.98 m ²	KIT LEGRAND 20W	2	ETAP K132	1
K	59.00 m ²	-	-	ETAP K132	4
L	143.20 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
M	89.67 m ²	KIT LEGRAND 20W	1	ETAP K132	1
N	59.69 m ²	-	-	ETAP K132	3
Ñ	74.52 m ²	-	-	ETAP K132	3
O	38.40 m ²	-	-	ETAP K132	4
P	19.60 m ²	-	-	ETAP K132	5
Q	182.07 m ²	-	-	ETAP K132	2
R	37.60 m ²	-	-	ETAP K132	1
S	102.00 m ²	-	-	-	-
T	700.00 m ²	ETAP K313 14N2	4	ETAP K132	9
U	111.00 m ²	ETAP K313 14N2	1	ETAP K132	4
V1	2863.96 m ²	KIT LEGRAND 58W	20	ETAP K132	24
V2	540.00 m ²	ETAP K313 14N2	4	-	-
W	3962.00 m ²	ETAP K313 14N2	12	ETAP K132	13

2.2.2.4- RESUMEN DE LA POTENCIA TOTAL UTILIZADA EN TODA LA ILUMINACIÓN:

La potencia total de la iluminación interior es de 54664w, y de la iluminación exterior 773,2w, para la iluminación de emergencia no se tendrá en cuenta para realizar los cálculos de potencia, ya que estas realmente solo consumen cuando están cargando las baterías, y es una potencia muy pequeña, también pueden consumir un poco para los led y la electrónica de control, pero se considera despreciable,

Por tanto se obtienen:

55437w de potencia total para la iluminación.

2.2.3 RESUMEN DE LA PREVISION DE CARGAS:

No podemos considerar para hacer los cálculos todas las cargas mencionadas anteriormente, ya que nunca funcionarían ni a plena carga, ni tampoco funcionarían simultáneamente.

Una vez son conocidas todas las cargas que se van a utilizar en la nave, y ya están todas repartidas en las zonas y lugares necesarias para cubrir todas las necesidades, es necesario considerar las potencias aplicando unos coeficientes para ajustar las potencias a la demanda real.

-Factor de utilización:

Es el factor con el que se reduce la intensidad de la carga según la utilización que se vaya a hacer, por ejemplo, un enchufe monofásico es de 16 amperios, si considero que lo que se va a conectar es una carga de 8 amperios, el factor de utilización será de 0,5 aplicado a esa carga.

-Factor de Simultaneidad:

Es el factor con el que se reduce la intensidad de la carga, dependiendo de la utilización que se vaya a hacer, dependiendo de la frecuencia con que las cargas van a estar conectadas simultáneamente, por ejemplo, para la carga de baterías de las carretillas elevadoras se disponen de tres cargadores, mientras una batería permanece en uso durante un turno de trabajo de 8 horas, otras dos baterías permanecen cargando para los otros turnos, de esta forma se tienen tres cargadores de baterías pero simultáneamente solo trabaja 2, por lo que el coeficiente de simultaneidad de los cargadores será de 0,66.

Por no repetir tablas ni cálculos, como estos datos también son necesarios en el apartado “**2.3 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA**”, más adelante se detalla en las tablas la aplicación de estos coeficientes, pero como resumen se obtiene:

	L(m)	Un (V)	Cos fi	i(A)	Pcal(w)
CUADRO AUXILIAR 1	LC1	400	0,913	178,88	113049,45
CUADRO AUXILIAR 2	LC2	400	0,990	31,92	21873,205
CUADRO AUXILIAR 3	LC3	400	0,975	64,43	43468,05
CUADRO AUXILIAR 4	LC4	400	0,995	59,72	41134,4
CUADRO AUXILIAR 5	LC5	400	0,907	96,71	60706,8
CUADRO AUXILIAR 6	LC6	400	0,914	59,08	37388,4
				490,75	317620,31

Una potencia total calculada según la previsión, de 317620 vatios, aproximando unos **320Kw**.



2.3 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA:

2.3.1 MÉTODO DE CÁLCULO:

El proceso a seguir será el método citado y explicado en el apartado de memoria, en este apartado solo se realizará un resumen de los valores ordenado en tablas, agrupando las cargas según el cuadro auxiliar al que pertenezcan.

2.3.2 TABLA DE LAS INTENSIDADES DE LOS CUADROS Y LAS POTENCIAS RESULTANTES APLICANDO LOS FACTORES DE CORRECCION:

Interpretación de las tablas:

Un: Tensión Nominal en voltios

Pot.: Potencia nominal de la carga

In: Intensidad nominal de la carga

Fc: Factor corrector, dependiendo de la naturaleza de la carga

Icor: Intensidad nominal con el Factor corrector aplicado

Fs: Factor de simultaneidad

Fc: Factor corrección

Pcal: Potencia calculada aplicando todos los factores

CUADRO AUXILIAR 1

	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	in (A)	Fc	icor (A)	Fs	Fu	Pcal(w)
MANIOBRA CUADRO AUX.1	LC1.1	230	1,00	460	2,0	1	2,00	0,05	1	23
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX. 1	LC1.2	230	1,00	3680	16,0	1	16,00	0,2	0,25	184
MAQUINA 1 CENTRO MECANIZADO 1	LC1.3	400	0,93	15000	23,3	1,25	29,13	0,85	0,9	14343,7
MAQUINA 2 CENTRO MECANIZADO 2	LC1.4	400	0,93	15000	23,3	1,25	29,13	0,85	0,9	14343,7
MAQUINA 3 PLEGADORA	LC1.5	400	0,98	5500	8,1	1,25	10,14	0,85	0,9	5259,3
MAQUINA 4 TORNO 1	LC1.6	400	0,89	17570	28,5	1,25	35,66	0,85	0,9	16801,3
MAQUINA 5 TORNO 2	LC1.7	400	0,89	17570	28,5	1,25	35,66	0,85	0,9	16801,3
MAQUINA 6 FRESADORA 1	LC1.8	400	0,90	9040	14,5	1,25	18,14	0,85	0,9	8644,5
MAQUINA 7 FRESADORA 2	LC1.9	400	0,90	9040	14,5	1,25	18,14	0,85	0,9	8644,5
MAQUINA 8 TALADRO COLUMNA	LC1.10	400	0,95	1500	2,3	1,25	2,85	0,85	0,9	1434,3
MAQUINA 9 ESMERIL	LC1.11	400	0,95	1500	2,3	1,25	2,85	0,85	0,9	1434,3
ILUMINACION ZONA SV11	LC1.12	230	0,90	3491	16,9	1,8	30,36	1	1	6283,8
ILUMINACION ZONA SW1	LC1.13	230	0,90	3491	16,9	1,8	30,36	1	1	6283,8
ILUMINACION ZONA SW2	LC1.14	230	0,90	3491	16,9	1,8	30,36	1	1	6283,8
ILUMINACION ZONA SW3	LC1.15	230	0,90	3491	16,9	1,8	30,36	1	1	6283,8
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE1	LC1.16	230	0,90	41	0,2	1,8	0,36	0	1	0

113049,45

**CUADRO AUXILIAR 2**

	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	in (A)	Fc	icor (A)	Fs	Fu	Pcal(w)
MANIOBRA CUADRO AUX.2	LC2.1	230	1	460	2,0	1,0	2,0	0,05	1	23
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2	LC2.2	230	1	3680	16,0	1,0	16,0	0,2	0,25	184
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2	LC2.3	400	1	11085	16,0	1,0	16,0	0,2	0,25	554,25
ILUMINACION ZONA SS1	LC2.4	230	0,9	1327	6,4	1,8	11,5	0,2	1	477,72
MOTOR PUERTA ALMACEN	LC2.5	230	0,9	2200	10,6	1,3	13,3	0,05	1	137,5
SUBCUADRO AUX.2.1	LC2.6	400	1	11909,39	17,2	1,0	17,2	1	1	11909,38
SUBCUADRO AUX.2.2	LC2.7	400	1	8587,35	12,4	1,0	12,4	1	1	8587,35

21873,21

SUBCUADRO AUXILIAR 2.1

	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	in (A)	Fc	icor (A)	Fs	Fu	Pcal(w)
MANIOBRA CUADRO AUX.2.1	LC2.1.1	230	1	460	2,0	1	2,00	0,05	1	23
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2.1	LC2.1.2	230	1	3680	16,0	1	16,00	0,2	0,25	184
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2.1	LC2.1.3	400	1	11085	16,0	1	16,02	0,2	0,25	554,25
ILUMINACION ZONA ST1	LC2.1.4	230	0,9	2654	12,8	1,8	23,08	0,75	1	3582,9
ILUMINACION ZONA ST2	LC2.1.5	230	0,9	2654	12,8	1,8	23,08	0,75	1	3582,9
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE2	LC2.1.6	230	0,9	39,1	0,2	1,8	0,34	0,75	1	52,785
ILUMINACION ZONAS SQ,SR	LC2.1.7	230	0,9	2093	10,1	1,8	18,20	0,75	1	2825,55
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE3	LC2.1.8	230	0,9	12,9	0,1	1,8	0,11	0	1	0
TOMAS MONOFASICAS ZONAS Q Y R	LC2.1.9	230	1	22080	96,0	1	96,00	0,2	0,25	1104

11909,39

SUBCUADRO AUXILIAR 2.2

	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	in (A)	Fc	icor (A)	Fs	Fu	Pcal(w)
MANIOBRA CUADRO AUX.2.2	LC2.2.1	230	1	460	2,00	1	2,00	0,05	1	23
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2.2	LC2.2.2	230	1	3680	16,00	1	16,00	0,2	0,25	184
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2.2	LC2.2.3	400	1	11085	16,02	1	16,02	0,2	0,25	554,25
ILUMINACION ZONA SU1	LC2.2.4	230	0,9	1327	6,41	1,8	11,54	1	1	2388,6
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE4	LC2.2.5	230	0,9	13,8	0,07	1,8	0,12	0	1	0
COMPRESOR	LC2.2.6	400	0,9	5500	8,83	1,25	11,04	0,3	1	2062,5
CARGADOR CARRETILA 1	LC2.2.7	400	0,95	2500	3,80	1,5	5,70	0,3	1	1125
CARGADOR CARRETILA 2	LC2.2.8	400	0,95	2500	3,80	1,5	5,70	0,3	1	1125
CARGADOR CARRETILA 3	LC2.2.9	400	0,95	2500	3,80	1,5	5,70	0,3	1	1125

8587,35

**CUADRO AUXILIAR 3**

	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	in (A)	Fc	icor (A)	Fs	Fu	Pcal(w)
MANIOBRA CUADRO AUX.3	LC3.1	230	1	460	2,00	1	2,00	0,05	1	23
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3	LC3.2	230	1	3680	16,00	1	16,00	0,2	0,25	184
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3	LC3.3	400	1	11085	16,02	1	16,02	0,2	0,25	554,25
ILUMINACION ZONA SV1	LC3.4	230	0,9	1782	8,61	1,8	15,50	1	1	3207,6
ILUMINACION ZONA SV2	LC3.5	230	0,9	1782	8,61	1,8	15,50	1	1	3207,6
ILUMINACION ZONA SV3	LC3.6	230	0,9	1782	8,61	1,8	15,50	1	1	3207,6
ILUMINACION ZONA SV4	LC3.7	230	0,9	1782	8,61	1,8	15,50	1	1	3207,6
ILUMINACION ZONA SV5	LC3.8	230	0,9	1782	8,61	1,8	15,50	1	1	3207,6
ILUMINACION ZONA SV6	LC3.9	230	0,9	1782	8,61	1,8	15,50	1	1	3207,6
ILUMINACION ZONA SV7	LC3.10	230	0,9	1782	8,61	1,8	15,50	1	1	3207,6
ILUMINACION ZONA SV8	LC3.11	230	0,9	1782	8,61	1,8	15,50	1	1	3207,6
ILUMINACION ZONA SV9	LC3.12	230	0,9	1782	8,61	1,8	15,50	1	1	3207,6
ILUMINACION ZONA SV10	LC3.13	230	0,9	1782	8,61	1,8	15,50	1	1	3207,6
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE5	LC3.14	230	0,9	115,2	0,56	1,8	1,00	0	1	0
SUBCUADRO AUX.3.1	LC3.15	400	1	14765	21,34	1	21,34	0,3	0,8	3543,6
SUBCUADRO AUX.3.2	LC3.16	400	1	14765	21,34	1	21,34	0,3	0,8	3543,6
SUBCUADRO AUX.3.3	LC3.17	400	1	14765	21,34	1	21,34	0,3	0,8	3543,6

43468,05

SUBCUADRO AUXILIAR 3.1

	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	in (A)	Fc	icor (A)	Fs	Fu	Pcal(w)
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3.1	LC3.1.1	230	1	3680	16,00	1	16,00	0,3	0,8	883,2
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3.1	LC3.1.2	400	1	11085	16,02	1	16,02	0,3	0,8	2660,4

3543,60

SUBCUADRO AUXILIAR 3.2

	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	in (A)	Fc	icor (A)	Fs	Fu	Pcal(w)
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3.2	LC3.2.1	230	1	3680	16,00	1	16,00	0,3	0,8	883,2
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3.2	LC3.2.2	400	1	11085	16,02	1	16,02	0,3	0,8	2660,4

3543,60



SUBCUADRO AUXILIAR 3.3

	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	in (A)	Fc	icor (A)	Fs	Fu	Pcal(w)
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO AUX.3.3	LC3.3.1	230	1	3680	16,00	1	16,00	0,3	0,8	883,2
TOMAS TRIFÁSICAS CUADRO AUX.3.3	LC3.3.2	400	1	11085	16,02	1	16,02	0,3	0,8	2660,4

3543,60

CUADRO AUXILIAR 4

	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	in (A)	Fc	icor (A)	Fs	Fu	Pcal(w)
ILUMINACION ZONA SJ	LC4.1	230	0,9	2974	14,37	1,8	25,86	1	1	5353,2
ILUMINACION ZONA SL	LC4.2	230	0,9	2204	10,65	1,8	19,17	1	1	3967,2
ILUMINACION ZONAS SK, SM, SN, SÑ, SO, SP	LC4.3	230	0,9	2286	11,04	1,8	19,88	1	1	4114,8
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE7	LC4.4	230	0,9	62,6	0,30	1,8	0,54	0	1	0
TOMAS MONOFÁSICAS J1	LC4.5	230	1	29440	128,00	1	128,00	0,2	0,25	1472
TOMAS MONOFÁSICAS J2	LC4.6	230	1	36800	160,00	1	160,00	0,2	0,25	1840
TOMAS MONOFÁSICAS L	LC4.7	230	1	22080	96,00	1	96,00	0,2	0,25	1104
TOMAS MONOFÁSICAS M	LC4.8	230	1	29440	128,00	1	128,00	0,2	0,25	1472
TOMAS MONOFÁSICAS N,Ñ	LC4.9	230	1	22080	96,00	1	96,00	0,2	0,25	1104
TOMAS MONOFÁSICAS O	LC4.10	230	1	14720	64,00	1	64,00	0,2	0,25	736
SUBCUADRO AUXILIAR 4.1	LC4.11	400	1	19971,20	28,86	1	28,86	1	1	19971,2

41134,40

SUBCUADRO AUXILIAR 4.1

	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	in (A)	Fc	icor (A)	Fs	Fu	Pcal(w)
ILUMINACION ZONAS SA,SB,SC,SD,SI	LC4.1.1	230	0,9	2546	12,30	1,8	22,14	1	1	4582,8
ILUMINACION ZONAS SE,SF	LC4.1.2	230	0,9	2644	12,77	1,8	22,99	1	1	4759,2
ILUMINACION ZONAS SG,SH	LC4.1.3	230	0,9	2644	12,77	1,8	22,99	1	1	4759,2
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE6	LC4.1.4	230	0,9	44	0,21	1,8	0,38	0	1	0
ALUMBRADO EXTERIOR	LC4.1.5	230	0,9	1253	6,05	1,8	10,90	0	1	0
ALARMA	LC4.1.6	230	1	350	1,52	1	1,52	1	1	350
TOMAS MONOFÁSICAS A	LC4.1.7	230	1	36800	160,00	1	160,00	0,2	0,25	1840
TOMAS MONOFÁSICAS EF	LC4.1.8	230	1	29440	128,00	1	128,00	0,2	0,25	1472
TOMAS MONOFÁSICAS GH	LC4.1.9	230	1	29440	128,00	1	128,00	0,2	0,25	1472
TOMAS MONOFÁSICAS I	LC4.1.10	230	1	14720	64,00	1	64,00	0,2	0,25	736

19971,20

**CUADRO AUXILIAR 5**

	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	in (A)	Fc	icor (A)	Fs	Fu	Pcal(w)
MANIOBRA CUADRO AUX.5	LC5.1	230	1	460	2,00	1	2,00	0,05	1	23
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.5	LC5.2	230	1	3680	16,00	1	16,00	0,2	0,25	184
MAQUINA 10 TERMOSELLADORA 1	LC5.3	400	0,9	4000	6,42	1,25	8,03	0,85	0,9	3825
MAQUINA 11 TERMOSELLADORA 2	LC5.4	400	0,9	4000	6,42	1,25	8,03	0,85	0,9	3825
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº1	LC5.5	400	0,9	3300	5,30	1	5,30	0,85	0,9	2524,5
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº2	LC5.6	400	0,9	3300	5,30	1	5,30	0,85	0,9	2524,5
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº3	LC5.7	400	0,9	3300	5,30	1	5,30	0,85	0,9	2524,5
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº4	LC5.8	400	0,9	3300	5,30	1	5,30	0,85	0,9	2524,5
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº5	LC5.9	400	0,9	3300	5,30	1	5,30	0,85	0,9	2524,5
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº6	LC5.10	400	0,9	3300	5,30	1	5,30	0,85	0,9	2524,5
ILUMINACION ZONA SW4	LC5.11	230	0,9	3491	16,86	1,8	30,36	1	1	6283,8
ILUMINACION ZONA SW5	LC5.12	230	0,9	3491	16,86	1,8	30,36	1	1	6283,8
ILUMINACION ZONA SW6	LC5.13	230	0,9	3491	16,86	1,8	30,36	1	1	6283,8
ILUMINACION ZONA SW7	LC5.14	230	0,9	3491	16,86	1,8	30,36	1	1	6283,8
ILUMINACION ZONA SW8	LC5.15	230	0,9	3491	16,86	1,8	30,36	1	1	6283,8
ILUMINACION ZONA SW9	LC5.16	230	0,9	3491	16,86	1,8	30,36	1	1	6283,8
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE8	LC5.17	230	0,9	30,2	0,15	1,8	0,26	0	1	0

60706,80**CUADRO AUXILIAR 6**

	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	in (A)	Fc	icor (A)	Fs	Fu	Pcal(w)
MANIOBRA CUADRO AUX.6	LC6.1	230	1	460	2,00	1	2,00	0,05	1	23
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.6	LC6.2	230	1	3680	16,00	1	16,00	0,2	0,25	184
MAQUINA18 EMBUTIDORA Nº7	LC6.3	400	0,9	3300	5,30	1	5,30	0,85	1	2805
MAQUINA19 EMBUTIDORA Nº8	LC6.4	400	0,9	3300	5,30	1	5,30	0,85	1	2805
MAQUINA20 EMBUTIDORA Nº9	LC6.5	400	0,9	3300	5,30	1	5,30	0,85	1	2805
MAQUINA21 EMBUTIDORA Nº10	LC6.6	400	0,9	3300	5,30	1	5,30	0,85	1	2805
MAQUINA22 EMBUTIDORA Nº11	LC6.7	400	0,9	3300	5,30	1	5,30	0,85	1	2805
MAQUINA23 EMBUTIDORA Nº12	LC6.8	400	0,9	3300	5,30	1	5,30	0,85	1	2805
CALEFACTOR 1	LC6.9	400	0,94	3000	4,61	1,25	5,76	0,2	1	750
CALEFACTOR 2	LC6.10	400	0,93	3000	4,66	1,25	5,83	0,2	1	750
ILUMINACION ZONA SW10	LC6.11	230	0,9	3491	16,86	1,8	30,36	1	1	6283,8
ILUMINACION ZONA SW11	LC6.12	230	0,9	3491	16,86	1,8	30,36	1	1	6283,8
ILUMINACION ZONA SW12	LC6.13	230	0,9	3491	16,86	1,8	30,36	1	1	6283,8
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE9	LC6.14	230	0,9	20,7	0,10	1,8	0,18	0	1	0

37388,40

2.3.3 RESUMEN DE LAS INTENSIDADES Y POTENCIAS TOTALES OBTENIDAS:

Realizando la suma de los cuadros auxiliares se obtienen las potencias e intensidades totales, que posteriormente servirán de partida a los demás cálculos:

	L(m)	Un (V)	Cos fi	i(A)	Pcal(w)
CUADRO AUXILIAR 1	LC1	400	0,913	178,88	113049,45
CUADRO AUXILIAR 2	LC2	400	0,990	31,92	21873,205
CUADRO AUXILIAR 3	LC3	400	0,975	64,43	43468,05
CUADRO AUXILIAR 4	LC4	400	0,995	59,72	41134,4
CUADRO AUXILIAR 5	LC5	400	0,907	96,71	60706,8
CUADRO AUXILIAR 6	LC6	400	0,914	59,08	37388,4
				490,75	317620,31

2.4 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR:

Al realizar el apartado de previsión de cargas, teniendo en cuenta las potencias de todos los consumidores y utilizando los coeficientes de utilización y simultaneidad, se ha obtenido que la potencia máxima simultánea sea de 317620 w, la que se pueden aproximar a 320kw.

Si sobredimensionamos un 20% la potencia del transformador, para tener en cuenta futuras ampliaciones que se pudieran hacer, se obtienen:

$$(320\text{Kw} \times \frac{20}{100}) + 320\text{Kw} = \mathbf{384 \text{ Kw.}} \quad (\text{formula 25.1})$$

La elección de potencias de transformadores generalmente se hace en términos de potencia aparente, en vez de en kilowatios (kw), se hace en kilo voltiamperios (KvA), pero considerando que se corrige el factor de potencia, la potencia activa y la aparente las consideraremos iguales, por lo que necesitaremos un transformador de al menos 384kvA.

Comercialmente el valor más aproximado que existe consultando en “Ormazábal”, que es una marca de centros de transformación, existe un transformador de potencia nominal de **400KvA**, por lo que seleccionare ese como se verá más adelante.



2.5 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

2.5.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U_p	tensión primaria [kV]
I_p	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 13,2 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA.

$$I_p = 17,5 \text{ A}$$

2.5.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U_s	tensión en el secundario [kV]
I_s	intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 549,9 \text{ A.}$$



2.5.3 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.5.3.1 INTRODUCCIÓN

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora (Iberdrola).

2.5.3.2 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

Cortocircuito en el lado de Media Tensión

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = 21869 \text{ A} = 22 \text{ KA}$$

donde:

S_{cc}	potencia de cortocircuito de la red [MVA], 500MVA
U_p	tensión de servicio [kV], 13,2 kV
I_{ccp}	corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} = 13,7 \text{ kA}$$

donde:

S	potencia de transformador [kVA], 400 kVA
E_{cc}	tensión de cortocircuito del transformador [%], 4%
U_s	tensión en el secundario [V], 420 V en vacío
I_{ccs}	corriente de cortocircuito [kA]



2.5.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

2.5.4.1 INTRODUCCIÓN

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termorretráctil. Consta de 3 barras de tubo de cobre rectas y aisladas de 375 mm de longitud, diámetro exterior 24 mm y un espesor de 3 mm, lo que equivale a una sección de 198 mm².

Las barras se fijan a las conexiones existentes en la parte superior del cárter de aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador de SF6). La fijación de las barras se realiza con tornillos M8.

La separación entre las sujeciones de una misma fase y correspondientes a dos celdas contiguas es de 750 mm. La separación entre barras (separación entre fases) es de 200 mm.

Se debe asegurar que el límite térmico sea superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal = 400A.
- Límite térmico = 24 KA eficaces.
- Límite termodinámico = 60 KA cresta.

2.5.4.2 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por él circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

El juego de barras de las celdas SM6 está formado por tres barras de tubo de cobre rectas y aisladas de diámetro exterior de 24 mm y un espesor de 3 mm, lo que equivale a una sección de 198 mm².

La densidad de corriente será:

$$\delta = \frac{400}{198} = 2.02 \frac{A}{mm^2}$$

Según normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35°C y del embarrado a 65°C, la intensidad máxima admisible es de 548 A para un diámetro de 20mm y de 818 A para diámetro 32 mm, lo cual corresponde a las densidades máximas de 3.42 A/ mm² y 2.99 A/ mm² respectivamente. Iterando obtiene una densidad máxima admisible de 3.29 A/ mm² para el diámetro de 24 mm, valor superior al calculado (2.02A/mm²) para un calentamiento de 30°C sobre la temperatura ambiente.



2.5.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.5.3.2 de este capítulo, por lo que:

$$\cdot I_{cc(din)} = 70 \text{ kA}$$

2.5.4.4 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparataje por defecto de un cortocircuito.

Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$\cdot I_{cc(ter)} = 16 \text{ kA.}$$

2.5.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.



Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

2.5.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 17,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

2.5.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El objeto de la ventilación en los centros de transformación es evacuar el calor producido en el transformador o transformadores debido a las pérdidas magnéticas (pérdidas en vacío) y las de los arrollamientos por efecto Joule (pérdidas en carga).

El caudal de aire es función de las pérdidas de potencia del transformador y de la diferencia de temperaturas de entrada y salida de aire (15°C como máximo según proyecto tipo UNESA). Considerando que 1m³ de aire por segundo absorbe 1.16 KW por cada grado centígrado, el caudal de aire necesario será:

$$Q = \frac{P_p}{1.16 \times \Delta\theta_{\text{aire}}} = \frac{2 + 8.2}{1.16 \times 15} 0.586 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{formula 30.3})$$

Siendo:

Q = Caudal de aire en m³/s.

P_p = Pérdida de potencia del transformador a plena carga, pérdidas en el hierro más pérdidas en el cobre en KW.

Δθ_{aire} = Incremento de la temperatura del aire en °C.

La superficie de la rejilla de entrada de aire es función del caudal en m³/s y de la velocidad de salida del aire en m/s.

$$S_{rejilla} = \frac{Q}{V_s} \quad (formula\ 30.3)$$

La superficie total de la rejilla será superior a la superficie neta debido a que las láminas de la rejilla, para no permitir el paso de agua, pequeños animales o de objetos metálicos según MIE RAT 13, disminuyen el paso del aire; por lo que la superficie total mínima de la rejilla se aumentará como mínimo un 40%.

La ventilación de salida del aire es función de la distancia vertical en metros entre los centros de las dos rejillas, y del incremento de la temperatura del aire en °C.

$$V_s = 4.6 \times \frac{\sqrt{H}}{\Delta\theta_{aire}} = 4.6 \times \frac{\sqrt{2}}{15} = 0.434 m/s \quad (formula\ 31.3)$$

Por tanto, la superficie mínima de rejilla para entrada de aire será:

$$S_{rejilla} = 1.4 \times \frac{Q}{V_s} = 1.4 \times \frac{0.586}{0.434} 1.89 m^2 \quad (formula\ 31.3)$$

La superficie de rejilla para la salida del aire caliente debe ser mayor que la superficie de la rejilla para la entrada de aire, admitiéndose la relación:

$$S_{entrada} = 0.92 \times S_{salida} \quad (formula\ 31.3)$$

Por tanto la superficie mínima de la rejilla de salida es: $S_{salida} = 2.06 m^2$.

El edificio dispondrá de 1 rejilla de ventilación para la entrada de aire situada en la parte lateral izquierda inferior (detrás del transformador), de dimensiones 1300/1200 mm y superficie total de $1.95 m^2$, que es ligeramente superior a la necesaria. Para la salida de aire se dispone de una rejilla en la parte superior lateral, 2 m por encima de la anterior de dimensiones 1300/1000 mm, con superficie de $1.3 m^2$, y otra en la parte frontal superior, de dimensiones 1000x1000 mm, con una superficie de $1 m^2$. Consiguiendo así una superficie total de rejilla para salida de aire de $2.30 m^2$. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura., siendo la distancia media verticalmente de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m, tal como ya se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior.

Por otra parte, decir que el precio de dichas rejillas así como su colocación y suministro, viene incluido en el precio del prefabricado.

2.5.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 L de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

**2.5.9 OTRAS INSTALACIONES DEL CENTRO:****2.5.9.1 LÁMPARAS Y LUMINARIAS:**

Debido a las reducidas dimensiones del CT, se ha decidido colocar una luminaria con dos lámparas fluorescentes de la marca Philips, modelo MASTER TL-Eco 32W/840, Casquillo G13

- Tipo de local: centro de transformación.
- Área del local: $9,4 \text{ m}^2$
- Solución: 2 lámparas MASTER TL- Eco 32W/840, Casquillo G13.
- Potencia: 64 W

2.5.9.2 LUMINARIAS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN:

- Tipo de local: Centro de Transformación.
- Área del local: $9,4 \text{ m}^2$
- Proporción: 5 lúmenes / m^2 .
- Solución: 1 Luminaria Legrand Serie C3 6W 615 10- G5, no permanentes con señalización
- Lúmenes proporcionados: 60.
- Potencia: 6 W

2.5.9.3 CUADRO DE BAJA TENSION DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

Línea	Descripción	P (W)	V (V)	Cosφ	Ia (A)	Factor de corrección	Ic (A)	Fase
LCT 1.1	Iluminación del centro	64	230	1	0,28	1,8	0,50	R-N
LCT 1.2	Iluminación de emergencia y señalización	6	230	1	0,03	1,8	0,05	S-N
LCT 1.3	2 Tomas de corriente monofásica	7360	230	1	32	1,00	32	T-N
Total		7430					32,55	

2.5.9.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CABLES DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

Línea	Ia (A)	Cosφ	Fc	Ic'(A)	Canalización	S (mm ²)	L (m)
LCT 1.1	0,50	0,95	1	0,53	Tubo montaje superficial	R 2x1,5 + 1,5TT	1,5
LCT 1.2	0,05	0,95	1	0,053	Tubo montaje superficial	R 2x1,5 + 1,5TT	2,5
LCT 1.3	32	0,95	1	33,68	Tubo montaje superficial	R 2x4 + 4TT	2
Total	16,3			34,27			

2.5.10 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.5.10.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

2.5.10.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al

primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

2.5.10.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

2.5.10.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 13,2 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 1000 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 6000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

I_d	intensidad de falta a tierra [A]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt}	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$



donde:

I_{dm} limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
 I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 1000 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 6 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,04$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70-35/8/88
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 7.0x3.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m
- Número de picas: ocho
- Longitud de las picas: 8 metros

Parámetros característicos del electrodo:



- De la resistencia $K_r = 0,04$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0054$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0117$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

K_r	coeficiente del electrodo
R_o	resistividad del terreno en $[\text{Ohm} \cdot \text{m}]$
R'_t	resistencia total de puesta a tierra $[\text{Ohm}]$

por lo que para el Centro de Transformación:

- $R'_t = 6 \text{ Ohm}$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

- $I'd = 1000 \text{ A}$

2.5.10.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.



La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_d	tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_d = 6000 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_c = 1755 \text{ V}$$

2.5.10.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]



I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V'_p = 810$ V en el Centro de Transformación

2.5.10.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

donde:

K coeficiente
 t tiempo total de duración de la falta [s]
 n coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 V_p tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

- $V_p = 1954,29$ V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

donde:

K coeficiente
 t tiempo total de duración de la falta [s]
 n coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]



$V_{p(acc)}$ tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V_p = 810 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V_{p(acc)} = 1755 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V_d = 6000 \text{ V} < V_{bt} = 6000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 50 \text{ A} < I_d = 1000 \text{ A} < I_{dm} = 1000 \text{ A}$$

2.5.10.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
D	distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:



$$\cdot D = 23,87 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| · Identificación: | 5/22 (según método UNESA) |
| · Geometría: | Picas alineadas |
| · Número de picas: | dos |
| · Longitud entre picas: | 2 metros |
| · Profundidad de las picas: | 0,5 m |

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

2.6 CALCULO DE LA POTENCIA REACTIVA A COMPENSAR

Para la compensación de la potencia reactiva, se opta por poner una batería de condensadores automática, para que corrija el factor de potencia automáticamente y en tiempo real, la batería tiene un medidor del factor de potencia instantáneo, y mediante unos condensadores que tiene, va conectando diferentes condensadores y así se produce la compensación de reactiva automática.

Para elegir la batería de condensadores que se tiene que instalar, primero se deberá de conocer cuál es el factor de potencia y la reactiva que hay que compensar, para ello se hace un recuento de todas las cargas y así conocer los valores.

2.6.1 FACTOR DE POTENCIA DE LA INSTALACION:

Se hace un recuento de la potencia de todas las cargas, calculando tanto la potencia aparente como la potencia activa y así obtener el coseno de ϕ total:

-Potencia Activa (P): $P = \sqrt{3} \times V_L \times I_n \times \cos\phi$ (formula 41.1)

-Potencia Aparente (S): $S = \sqrt{3} \times V_L \times I_n$ (formula 41.2)

-Coseno de ϕ (Factor de potencia): $\cos \phi = P/S$ (formula 41.3)

CUADRO AUXILIAR 1	LC1
-------------------	-----

CUADRO AUXILIAR 1	LINEA	Un (V)	Cos ϕ	Pot. (w)	S(VA)
MANIOBRA CUADRO AUX.1	LC1.1	230	1,00	460	460
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX. 1	LC1.2	230	1,00	3680	3680
MAQUINA 1 CENTRO MECANIZADO 1	LC1.3	400	0,93	15000	16129,03
MAQUINA 2 CENTRO MECANIZADO 2	LC1.4	400	0,93	15000	16129,03
MAQUINA 3 PLEGADORA	LC1.5	400	0,98	5500	5612,24
MAQUINA 4 TORNO 1	LC1.6	400	0,89	17570	19741,57
MAQUINA 5 TORNO 2	LC1.7	400	0,89	17570	19741,57
MAQUINA 6 FRESADORA 1	LC1.8	400	0,90	9040	10044,44
MAQUINA 7 FRESADORA 2	LC1.9	400	0,90	9040	10044,44
MAQUINA 8 TALADRO COLUMNA	LC1.10	400	0,95	1500	1578,95
MAQUINA 9 ESMERIL	LC1.11	400	0,95	1500	1578,95
ILUMINACION ZONA SV11	LC1.12	230	0,90	3491	3878,89
ILUMINACION ZONA SW1	LC1.13	230	0,90	3491	3878,89
ILUMINACION ZONA SW2	LC1.14	230	0,90	3491	3878,89
ILUMINACION ZONA SW3	LC1.15	230	0,90	3491	3878,89
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE1	LC1.16	230	0,90	41	46
TOTALES:			0,913	109865	120302



CUADRO AUXILIAR 2	LC2
-------------------	-----

CUADRO AUXILIAR 2	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	S(VA)
MANIOBRA CUADRO AUX.2	LC2.1	230	1	460	460
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2	LC2.2	230	1	3680	3680
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2	LC2.3	400	1	11085	11085
ILUMINACION ZONA SS1	LC2.4	230	0,9	1327	1474,44
MOTOR PUERTA ALMACEN	LC2.5	230	0,9	2200	2444,44
SUBCUADRO AUX.2.1	LC2.6	400	0,972	11955,39	12303,65
SUBCUADRO AUX.2.2	LC2.7	400	0,962	8587,35	8922,77
TOTALES:			0,973	39294,735	40370,30

CUADRO AUXILIAR 3	LC3
-------------------	-----

CUADRO AUXILIAR 3	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	S(VA)
MANIOBRA CUADRO AUX.3	LC3.1	230	1	460	460
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3	LC3.2	230	1	3680	3680
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3	LC3.3	400	1	11085	11085
ILUMINACION ZONA SV1	LC3.4	230	0,9	1782	1980
ILUMINACION ZONA SV2	LC3.5	230	0,9	1782	1980
ILUMINACION ZONA SV3	LC3.6	230	0,9	1782	1980
ILUMINACION ZONA SV4	LC3.7	230	0,9	1782	1980
ILUMINACION ZONA SV5	LC3.8	230	0,9	1782	1980
ILUMINACION ZONA SV6	LC3.9	230	0,9	1782	1980
ILUMINACION ZONA SV7	LC3.10	230	0,9	1782	1980
ILUMINACION ZONA SV8	LC3.11	230	0,9	1782	1980
ILUMINACION ZONA SV9	LC3.12	230	0,9	1782	1980
ILUMINACION ZONA SV10	LC3.13	230	0,9	1782	1980
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE5	LC3.14	230	0,9	115,2	128
SUBCUADRO AUX.3.1	LC3.15	400	1	14765	14765
SUBCUADRO AUX.3.2	LC3.16	400	1	14765	14765
SUBCUADRO AUX.3.3	LC3.17	400	1	14765	14765
TOTALES:			0,975	77455,2	79448



CUADRO AUXILIAR 4	LC4
-------------------	-----

CUADRO AUXILIAR 4	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	S(VA)
ILUMINACION ZONA SJ	LC4.1	230	0,9	2974	3304,44
ILUMINACION ZONA SL	LC4.2	230	0,9	2204	2448,89
ILUMINACION ZONAS SK, SM, SN,SÑ,SO,SP	LC4.3	230	0,9	2286	2540
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE7	LC4.4	230	0,9	62,6	69,56
TOMAS MONOFÁSICAS J1	LC4.5	230	1	7360	7360
TOMAS MONOFÁSICAS J2	LC4.6	230	1	7360	7360
TOMAS MONOFÁSICAS L	LC4.7	230	1	5750	5750
TOMAS MONOFÁSICAS M	LC4.8	230	1	7360	7360
TOMAS MONOFÁSICAS N,Ñ	LC4.9	230	1	5750	5750
TOMAS MONOFÁSICAS O	LC4.10	230	1	3680	3680
SUBCUADRO AUXILIAR 4.1	LC4.11	400	0,972	19971,20	20546,15
TOTALES:			0,979	64757,8	66169,04

CUADRO AUXILIAR 5	LC5
-------------------	-----

CUADRO AUXILIAR 5	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	S(VA)
MANIOBRA CUADRO AUX.5	LC5.1	230	1	460	460
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO AUX.5	LC5.2	230	1	3680	3680
MAQUINA 10 TERMOSELLADORA 1	LC5.3	400	0,9	4000	4444,44
MAQUINA 11 TERMOSELLADORA 2	LC5.4	400	0,9	4000	4444,44
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº1	LC5.5	400	0,9	3300	3666,67
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº2	LC5.6	400	0,9	3300	3666,67
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº3	LC5.7	400	0,9	3300	3666,67
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº4	LC5.8	400	0,9	3300	3666,67
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº5	LC5.9	400	0,9	3300	3666,67
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº6	LC5.10	400	0,9	3300	3666,67
ILUMINACION ZONA SW4	LC5.11	230	0,9	3491	3878,89
ILUMINACION ZONA SW5	LC5.12	230	0,9	3491	3878,89
ILUMINACION ZONA SW6	LC5.13	230	0,9	3491	3878,89
ILUMINACION ZONA SW7	LC5.14	230	0,9	3491	3878,89
ILUMINACION ZONA SW8	LC5.15	230	0,9	3491	3878,89
ILUMINACION ZONA SW9	LC5.16	230	0,9	3491	3878,89
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE8	LC5.17	230	0,9	30,2	33,56
TOTALES:			0,907	52916,2	58335,78

CUADRO AUXILIAR 6	LC6
--------------------------	------------

CUADRO AUXILIAR 6	LINEA	Un (V)	Cos fi	Pot. (w)	S(VA)
MANIOBRA CUADRO AUX.6	LC6.1	230	1	460	460
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.6	LC6.2	230	1	3680	3680
MAQUINA18 EMBUTIDORA N°7	LC6.3	400	0,9	3300	3666,67
MAQUINA19 EMBUTIDORA N°8	LC6.4	400	0,9	3300	3666,67
MAQUINA20 EMBUTIDORA N°9	LC6.5	400	0,9	3300	3666,67
MAQUINA21 EMBUTIDORA N°10	LC6.6	400	0,9	3300	3666,67
MAQUINA22 EMBUTIDORA N°11	LC6.7	400	0,9	3300	3666,67
MAQUINA23 EMBUTIDORA N°12	LC6.8	400	0,9	3300	3666,67
CALEFACTOR 1	LC6.9	400	0,94	3000	3191,49
CALEFACTOR 2	LC6.10	400	0,93	3000	3225,81
ILUMINACION ZONA SW10	LC6.11	230	0,9	3491	3878,89
ILUMINACION ZONA SW11	LC6.12	230	0,9	3491	3878,89
ILUMINACION ZONA SW12	LC6.13	230	0,9	3491	3878,89
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE9	LC6.14	230	0,9	20,7	23
TOTALES:			0,914	40433,7	44216,96

Tras hacer el recuento de las potencias totales, se obtienen los siguientes datos:

		Un (V)	Cos fi	Q(VAr)
TOTAL POTENCIA	LC0	400	0,941	130190

2.6.2 CONDENSADORES NECESARIOS PARA LA COMPENSACION:

Se obtiene que el factor de potencia de toda la instalación, es 0,941, y lo ideal sería que este lo más próximo a 1, mediante la siguiente formula se calcula la potencia necesaria de los condensadores:

$$Q = P \times (tg\phi_1 - tg\phi_2) \quad (Formula 44.1)$$

Siendo:

Tgφ1 = Tangente del ángulo φ inicial, (0,941)

Tgφ2 = Tangente del ángulo φ final, (1)

P = Potencia activa total de la instalación, como el transformador es de 400 kva, se consideran los cálculos para compensar el total de la instalación.



Sustituyendo y despejando, se obtiene

$$Q = 400 \times (0,3596 - 0) = 143,85 \text{ Kvar}$$

Comercialmente existe una batería de 144 kvar, que aunque está muy cerca de los 143,85 Kvar calculados, no pasa nada ya que se ha calculado para la máxima potencia activa posible, y esto no sucederá en la práctica.

El equipo seleccionado es de la marca Schneider electric, modelo **VARSET 144 kvar 440V 18+36+2x45**, y se instalara directamente el cuadro general protegido con un magnetotérmico en cabecera.

2.6.3 CALCULO PARA DIMENSIONAR LA BATERIA DE CONDENSADORES:

Aplicando la fórmula de la potencia reactiva se halla la intensidad:

$$Q = \sqrt{3} \times V_l \times I_n \times \text{Sen}\varphi \quad (\text{formula 45.1})$$

Aplicando y despejando en la formula la tensión y la potencia de la batería, se obtiene la intensidad nominal;

$$144000 = \sqrt{3} \times 400 \times I_n \times \text{sen}\varphi =; \quad \frac{144000}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} = I_n = 207,84 \text{ A}$$

Según la **ITC-48** en su apartado 2.3, “los aparatos de mando y protección de los condensadores deberán soportar en régimen permanente, de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal del condensador”, por lo tanto la intensidad de cálculo:

Usando el caso más desfavorable, 1,8

$$I_n \times 1,8 = 207,84 \times 1,8 = 374,2 \text{ A}$$

- Para el cálculo de la sección de los conductores:

$$P = \sqrt{3} \times U_n \times I_n \times \text{Cos}\varphi = \sqrt{3} \times 400 \times 374,2 \times 1 = 259114 \text{ w}$$

Cuadro Auxiliar 7	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
BATERIA DE CONDENSADORES	LC7	8	400	259114	5	20	4,63	185	185

- Para el cálculo de la protección magneto térmica:

Cuadro Auxiliar 7	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
BATERIA DE CONDENSADORES	LC7	400	259114	1	374,20	400	415

- Para el cálculo del poder de corte:

Nº	Línea	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC (Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
Q4.1	LC7	400	8	185	0,0178	0,00077	0,016	0,00032	5	0,0008	0,00248	0,01707	0,01725	13387,72	4,5ka

- Para el cálculo de la curva:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa mm2	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC (Ωj)	Z'250°	α	zd	Zo	ICC min	Tmcc	5 x iN	10 x iN	20 X iN
Q4.1	LC7	400	185	0,016	0,0025	0,01707	0,00075	0,00477	0,004	0,01773	0,02320	11222,36	5,56	315	630	1260

- Resumen de la protección magneto térmica seleccionada:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Pdc	curva
Q4,0	400	3F+ N	400	4,5KA	C

- Resumen de la protección diferencial seleccionada:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
Q4,0	400	3F+ N	400	300ma



2.7.- CALCULO DE SECCIONES DE LA INSTALACION

Una vez conocida la intensidad nominal de cada línea, se procede al cálculo de la sección del conductor para que sea capaz de aguantar la intensidad que pasara por él.

2.7.1 METODO DE CÁLCULO:

Para calcular una sección correctamente, se procede al cálculo de la sección para la línea utilizando dos procedimientos distintos, uno que depende de la intensidad (Criterio térmico) y otro método que depende de la longitud de la línea (criterio de caída de tensión), una vez realizados los dos métodos se selecciona la sección con el valor más favorable.

2.7.1.1 CRITERIO TÉRMICO (C.T):

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

Intensidad nominal instalación monofásica:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi} \quad (\text{formula 47.1})$$

Intensidad nominal instalación trifásica:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi} \quad (\text{formula 47.2})$$

En las fórmulas 42.1 y 42.2 se han empleado los siguientes términos:

In: Intensidad nominal del circuito en Amperios

P: Potencia en vatios

U_f: Tensión de fase (230v)

U_l: Tensión de línea (400v)

Cosφ : Factor de potencia

Una vez que se ha obtenido la intensidad que circulará por la línea, se debe ir a la ITC REBT-07 si se trata de una instalación subterránea, o a la ITC-REBT-19 si se trata una instalación interior.

En el caso de tratarse de una instalación subterránea, se debe de aplicar un coeficiente por llevar los cables bajo zanja y en contacto mutuo.



2.7.1.2 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSION (C.D.T):

Según el tipo de instalación, y ya que el transformador es del cliente, se tendrán los siguientes valores máximos permitidos:

Circuitos de Alumbrado: 4,5%

Resto de circuitos: 6,5%

En las fórmulas se emplearán los siguientes términos:

I_n: Intensidad nominal del circuito en A

I_z: Intensidad admisible del cable en A.

P: Potencia en W

Cos (phi): Factor de potencia

S: Sección en mm²

L: Longitud en m

ρ: Resistividad del conductor en ohm·mm²/m

α: Coeficiente de variación con la temperatura

C.d.t en servicio monofásico:

Despreciando el término de reactancia, dado el elevado valor de R/X, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi \quad (\text{formula 48.1})$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} \quad (\text{formula 48.2})$$

C.d.t en servicio trifásico:

Despreciando también en este caso el término de reactancia, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi \quad (\text{formula 48.3})$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} \quad (\text{formula 48.4})$$

Los valores conocidos de resistencia de los conductores están referidos a una temperatura de 20°C. Los conductores empleados serán de cobre o aluminio, siendo los coeficientes de variación con la temperatura y las resistividades a 20°C los siguientes:

Cobre:

$$\alpha = 0.00393^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{56} \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} \quad (\text{formula49.1})$$

Aluminio:

$$\alpha = 0.00403^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{35} \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} \quad (\text{formula49.2})$$

Se establecen tres criterios para la corrección de la resistencia de los conductores y por tanto del cálculo de la caída de tensión, en función de la temperatura a considerar.

Los tres criterios son los siguientes:

- Considerando la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

En este caso, para calcular la resistencia real del cable se considerará la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

Se aplicará la fórmula siguiente:

$$R_{T_{\max}} = R_{20^{\circ}\text{C}} [1 + \alpha (T_{\max} - 20)] \quad (\text{formula49.3})$$

La temperatura ‘Tmax’ depende de los materiales aislantes y corresponderá con un valor de 90°C para conductores con aislamiento XLPE y EPR y de 70°C para conductores de PVC según tabla 2 de la ITC BT-07 (Reglamento electrotécnico de baja tensión).

- Considerando la temperatura máxima prevista de servicio del cable.

Para calcular la temperatura máxima prevista de servicio se considerará que su incremento de temperatura (T) respecto a la temperatura ambiente “To” (25 °C para cables enterrados y 40°C para cables al aire) es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad, por lo que:

$$T = T_0 + \left[(T_{\max} - T_0) \left(\frac{I_n}{I_z} \right)^2 \right] \quad (\text{formula49.4})$$

En este caso la resistencia corregida a la temperatura máxima prevista de servicio será:

$$R_T = R_{20^{\circ}\text{C}} [1 + \alpha (T - 20)] \quad (\text{formula49.5})$$

- Considerando la temperatura ambiente según el tipo de instalación.

En este caso, para calcular la resistencia del cable se considerará la temperatura ambiente T_0 , que corresponderá con 25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire, de acuerdo con la fórmula:

$$R_{T_0} = R_{20^\circ\text{C}} \left[1 + \alpha (T_0 - 20) \right] \quad (\text{formula 50.1})$$

2.7.2 CALCULO DE LA ACOMETIDA:

Es la línea que une el centro de transformación con el cuadro general de distribución. Transporta toda la corriente de la instalación y está diseñada para ampliar en un 20% la capacidad.

Como se instalara un equipo de corrección de reactiva, considero el factor de potencia,
 $\cos \phi = 1$.

Entonces la potencia activa y la aparente son la misma:

$$P = S$$

$$P = 317620 \text{ W} = 320 \text{ kVA}$$

$$320 \text{ kVA} \times 1,2 \text{ (ampliación del 20\%)} = 384 \text{ kVA} \rightarrow \text{redondeando } \underline{\underline{400 \text{ kVA}}}$$

$$I_{\text{línea}} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{400 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 400} = \underline{\underline{578 \text{ A}}}$$

Para calcular la sección de esta línea, se cuenta con una longitud desde el centro de transformación hasta el cuadro general de 18 metros.

La línea será subterránea a una profundidad de 0,8 metros ($f_c = 0,99$)

$$I_{\text{cálculo}} = \frac{578}{0,99} = 583,4 \text{ A}$$

Así mismo, también se debe aplicar un factor de corrección de 0,89 ya que se instalarán 2 ternas de conductores unipolares.

$$I_{\text{cálculo}} = \frac{583,4}{0,89} = \underline{\underline{655 \text{ A}}}$$

Seleccionando dos conductores por fase de 150 mm², según la tabla 7.4 ITC-07, se obtiene que cada conductor de XLPE soporta 330 A, utilizando 2 por fase 660 A.



Para el neutro se utilizara un conductor de 150 mm^2 de sección, con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE), según dicta la tabla 7.1 de la ITC-BT 07.

Conductor seleccionado:

$$\underline{3x (2x150 \text{ mm}^2)/150 \text{ mm}^2 + TTx150 \text{ mm}^2 \text{ AL}}$$

2.7.2.1 CAÍDA DE Tensión EN LA ACOMETIDA:

Es interesante conocer la caída de tensión de partida, ya que posteriormente será utilizada para el cálculo de secciones de toda la instalación, y así poder conocer la caída de tensión acumulada.

L = 18 m, longitud de la acometida

I_n = 655 A

S = 300 mm^2 (cada fase)

γ = 35 (Aluminio)

$\cos\varphi$ = 1 (Ya que se corrige el factor de potencia)

$$e = \frac{\sqrt{3} L I_n \cos\varphi}{S \gamma} = 1,94 \text{ V}$$

$$e (\%) = e \frac{100}{400} = 0,486\% \text{ acumulado}$$

2.7.3 CALCULO DE LAS SECCIONES DEL CUADRO GENERAL:

Utilizando el método y las formulas descritas anteriormente, se procede a realizar un resumen de las secciones calculadas para las líneas que parten del cuadro general a alimentar los cuadros auxiliares.

Para la comprensión de las tablas se han empleado los siguientes términos:

LINEA: Nombre que recibe la línea en la instalación, tanto como para referirse a ella en los cálculos como para localizarla en los planos.

L: Longitud de la línea.

Un: Tensión nominal.

Pot: Factor de potencia.

u: Caída de tensión máxima admisible en %.



Ø CDT: Sección calculada con el criterio de caída de tensión.

Ø CT: Sección calculada con el criterio térmico.

Ø: Sección elegida.

CUADRO GENERAL	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
CUADRO AUXILIAR 1	LC1	23	400	113049	3	12	9,67	70	70
CUADRO AUXILIAR 2	LC2	24	400	21866,42	3	12	1,95	4	6
CUADRO AUXILIAR 3	LC3	46	400	43468,05	3	12	7,44	10	16
CUADRO AUXILIAR 4	LC4	60	400	41226,40	3	12	9,20	10	10
CUADRO AUXILIAR 5	LC5	55	400	60706,80	3	12	12,42	25	25
CUADRO AUXILIAR 6	LC6	96	400	37388,40	3	12	13,35	10	16

2.7.4 CALCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CUADROS AUXILIARES:

Utilizando el método y las formulas descritas anteriormente, se procede a realizar un resumen de las secciones calculadas para todas las cargas de los cuadros auxiliares.

Para la comprensión de las tablas se han empleado los siguientes términos:

LINEA: Nombre que recibe la línea en la instalación, tanto como para referirse a ella en los cálculos como para localizarla en los planos.

L: Longitud de la línea.

Un: Tensión nominal.

Pot: Factor de potencia.

u: Caída de tensión máxima admisible en %.

Ø CDT: Sección calculada con el criterio de caída de tensión.

Ø CT: Sección calculada con el criterio térmico.

Ø: Sección elegida.

CUADRO AUXILIAR 1	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
MANIOBRA CUADRO AUX.1	LC1.1	1,5	230	460	5	11,5	0,01	1,5	1,5
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX. 1	LC1.2	1,5	230	3680	5	11,5	0,07	2,5	2,5
MAQUINA 1 CENTRO MECANIZADO 1	LC1.3	16,5	400	15000	5	20	0,55	2,5	4
MAQUINA 2 CENTRO MECANIZADO 2	LC1.4	17,5	400	15000	5	20	0,59	2,5	4
MAQUINA 3 PLEGADORA	LC1.5	20	400	5500	5	20	0,25	1,5	1,5
MAQUINA 4 TORNO 1	LC1.6	30	400	17570	5	20	1,18	4	6
MAQUINA 5 TORNO 2	LC1.7	28	400	17570	5	20	1,10	4	6
MAQUINA 6 FRESADORA 1	LC1.8	26	400	9040	5	20	0,52	1,5	1,5
MAQUINA 7 FRESADORA 2	LC1.9	34	400	9040	5	20	0,69	1,5	1,5



MAQUINA 8 TALADRO COLUMNA	LC1.10	51	400	1500	5	20	0,17	1,5	1,5
MAQUINA 9 ESMERIL	LC1.11	56	400	1500	5	20	0,19	1,5	1,5
ILUMINACION ZONA SV11	LC1.12	84	230	3491	3	6,9	6,60	2,5	10
ILUMINACION ZONA SW1	LC1.13	53	230	3491	3	6,9	4,16	2,5	6
ILUMINACION ZONA SW2	LC1.14	62	230	3491	3	6,9	4,87	2,5	6
ILUMINACION ZONA SW3	LC1.15	71	230	3491	3	6,9	5,58	2,5	6
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE1	LC1.16	149	230	41	3	6,9	0,14	1,5	1,5

CUADRO AUXILIAR 2	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
MANIOBRA CUADRO AUX.2	LC2.1	1,5	230	460	5	11,5	0,01	1,5	1,5
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2	LC2.2	1,5	230	3680	5	11,5	0,07	2,5	2,5
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2	LC2.3	1,5	400	11085	5	20	0,04	2,5	2,5
ILUMINACION ZONA SS1	LC2.4	24	230	1327	3	6,9	0,72	1,5	1,5
MOTOR PUERTA ALMACEN	LC2.5	12	230	2200	5	11,5	0,36	1,5	1,5
SUBCUADRO AUX.2.1	LC2.6	28	400	11902,6	5	20	0,74	1,5	2,5
SUBCUADRO AUX.2.2	LC2.7	30	400	8587,35	5	20	0,58	1,5	2,5

SUBCUADRO AUXILIAR 2.1	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
MANIOBRA CUADRO AUX.2.1	LC2.1.1	1,5	230	460	5	11,5	0,01	1,5	1,5
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2.1	LC2.1.2	1,5	230	3680	5	11,5	0,07	2,5	2,5
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2.1	LC2.1.3	1,5	400	11085	5	20	0,04	2,5	2,5
ILUMINACION ZONA ST1	LC2.1.4	48	230	2654	3	6,9	2,87	1,5	4
ILUMINACION ZONA ST2	LC2.1.5	60	230	2654	3	6,9	3,58	1,5	4
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE2	LC2.1.6	116	230	39,1	3	6,9	0,10	1,5	1,5
ILUMINACION ZONAS SQ,SR	LC2.1.7	46	230	2093	3	6,9	3,90	1,5	4
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE3	LC2.1.8	34	230	12,9	3	6,9	0,01	1,5	1,5
TOMAS MONOFASICAS ZONAS Q Y R	LC2.1.9	21	230	5750	5	11,5	1,63	2,5	2,5

SUBCUADRO AUXILIAR 2.2	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
MANIOBRA CUADRO AUX.2.2	LC2.2.1	1,5	230	460	5	11,5	0,01	1,5	1,5
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2.2	LC2.2.2	1,5	230	3680	5	11,5	0,07	2,5	2,5
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2.2	LC2.2.3	1,5	400	11085	5	20	0,04	2,5	2,5
ILUMINACION ZONA SU1	LC2.2.4	22	230	1327	3	6,9	0,66	1,5	1,5



ALUMBRADO EMERGENCIA ZE4	LC2.2.5	36	230	13,8	3	6,9	0,01	1,5	1,5
COMPRESOR	LC2.2.6	5	400	5500	5	20	0,06	1,5	1,5
CARGADOR CARRETILA 1	LC2.2.7	9	400	2500	5	20	0,05	1,5	1,5
CARGADOR CARRETILA 2	LC2.2.8	12	400	2500	5	20	0,07	1,5	1,5
CARGADOR CARRETILA 3	LC2.2.9	15	400	2500	5	20	0,08	1,5	1,5

CUADRO AUXILIAR 3	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
MANIOBRA CUADRO AUX.3	LC3.1	1,5	230	460	5	11,5	0,01	1,5	1,5
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3	LC3.2	1,5	230	3680	5	11,5	0,07	2,5	2,5
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3	LC3.3	1,5	400	11085	5	20	0,04	2,5	2,5
ILUMINACION ZONA SV1	LC3.4	52	230	1782	3	6,9	2,09	1,5	2,5
ILUMINACION ZONA SV2	LC3.5	64	230	1782	3	6,9	2,57	1,5	4
ILUMINACION ZONA SV3	LC3.6	74	230	1782	3	6,9	2,97	1,5	4
ILUMINACION ZONA SV4	LC3.7	86	230	1782	3	6,9	3,45	1,5	4
ILUMINACION ZONA SV5	LC3.8	96	230	1782	3	6,9	3,85	1,5	4
ILUMINACION ZONA SV6	LC3.9	108	230	1782	3	6,9	4,33	1,5	6
ILUMINACION ZONA SV7	LC3.10	118	230	1782	3	6,9	4,73	1,5	6
ILUMINACION ZONA SV8	LC3.11	130	230	1782	3	6,9	5,21	1,5	6
ILUMINACION ZONA SV9	LC3.12	141	230	1782	3	6,9	5,65	1,5	6
ILUMINACION ZONA SV10	LC3.13	148	230	1782	3	6,9	5,94	1,5	6
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE5	LC3.14	259	230	115,2	3	6,9	0,67	1,5	1,5
SUBCUADRO AUX.3.1	LC3.15	30	400	14765	5	20	0,99	2,5	2,5
SUBCUADRO AUX.3.2	LC3.16	64	400	14765	5	20	2,11	2,5	2,5
SUBCUADRO AUX.3.3	LC3.17	97	400	14765	5	20	3,20	2,5	4

SUBCUADRO AUXILIAR 3.1	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3.1	LC3.1.1	1,5	230	3680	5	11,5	0,07	2,5	2,5
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3.1	LC3.1.2	1,5	400	11085	5	20	0,04	2,5	2,5

SUBCUADRO AUXILIAR 3.2	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3.2	LC3.2.1	1,5	230	3680	5	11,5	0,07	2,5	2,5
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3.2	LC3.2.2	1,5	400	11085	5	20	0,04	2,5	2,5



SUBCUADRO AUXILIAR 3.3	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3.3	LC3.3.1	1,5	230	3680	5	11,5	0,07	2,5	2,5
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3.3	LC3.3.2	1,5	400	11085	5	20	0,04	2,5	2,5

CUADRO AUXILIAR 4	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
ILUMINACION ZONA SJ	LC4.1	30	230	2974	3	6,9	2,01	2,5	4
ILUMINACION ZONA SL	LC4.2	58	230	2204	3	6,9	2,88	1,5	4
ILUMINACION ZONAS SK, SM, SN,SÑ,SO,SP	LC4.3	80	230	2286	3	6,9	4,12	1,5	6
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE7	LC4.4	119	230	62,6	3	6,9	0,17	1,5	1,5
TOMAS MONOFÁSICAS J1	LC4.5	30	230	7360	5	11,5	2,98	2,5	4
TOMAS MONOFÁSICAS J2	LC4.6	27	230	7360	5	11,5	2,68	2,5	4
TOMAS MONOFÁSICAS L	LC4.7	32	230	5750	5	11,5	2,48	2,5	4
TOMAS MONOFÁSICAS M	LC4.8	40	230	7360	5	11,5	3,98	2,5	4
TOMAS MONOFÁSICAS N,Ñ	LC4.9	38	230	5750	5	11,5	2,95	2,5	4
TOMAS MONOFÁSICAS O	LC4.10	50	230	3680	5	11,5	2,48	2,5	2,5
SUBCUADRO AUXILIAR 4.1	LC4.11	24	400	19971,2	5	20	1,07	4	4

SUBCUADRO AUXILIAR 4.1	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
ILUMINACION ZONAS SA,SB,SC,SD,SI	LC4.1.1	38	230	2546	3	6,9	2,18	2,5	4
ILUMINACION ZONAS SE,SF	LC4.1.2	58	230	2644	3	6,9	3,45	2,5	4
ILUMINACION ZONAS SG,SH	LC4.1.3	47	230	2644	3	6,9	2,80	2,5	4
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE6	LC4.1.4	83	230	44	3	6,9	0,08	1,5	1,5
ALUMBRADO EXTERIOR	LC4.1.5	16	230	1253	3	6,9	0,45	1,5	1,5
ALARMA	LC4.1.6	20	230	350	5	11,5	0,09	1,5	1,5
TOMAS MONOFÁSICAS A	LC4.1.7	24	230	7360	5	11,5	2,39	4	4
TOMAS MONOFÁSICAS EF	LC4.1.8	40	230	7360	5	11,5	3,98	4	4
TOMAS MONOFÁSICAS GH	LC4.1.9	34	230	7360	5	11,5	3,38	4	4
TOMAS MONOFÁSICAS I	LC4.1.10	12	230	3680	5	11,5	0,60	1,5	4

CUADRO AUXILIAR 5	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
MANIOBRA CUADRO AUX.5	LC5.1	1,5	230	460	5	11,5	0,01	1,5	1,5
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.5	LC5.2	1,5	230	3680	5	11,5	0,07	2,5	2,5
MAQUINA 10 TERMOSELLADORA 1	LC5.3	46	400	4000	5	20	0,41	1,5	1,5
MAQUINA 11 TERMOSELLADORA 2	LC5.4	36	400	4000	5	20	0,32	1,5	1,5



MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº1	LC5.5	38	400	3300	5	20	0,28	1,5	1,5
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº2	LC5.6	29	400	3300	5	20	0,21	1,5	1,5
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº3	LC5.7	20	400	3300	5	20	0,15	1,5	1,5
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº4	LC5.8	36	400	3300	5	20	0,27	1,5	1,5
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº5	LC5.9	28	400	3300	5	20	0,21	1,5	1,5
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº6	LC5.10	19	400	3300	5	20	0,14	1,5	1,5
ILUMINACION ZONA SW4	LC5.11	50	230	3491	3	6,9	3,93	2,5	4
ILUMINACION ZONA SW5	LC5.12	45	230	3491	3	6,9	3,54	2,5	4
ILUMINACION ZONA SW6	LC5.13	37	230	3491	3	6,9	2,91	2,5	4
ILUMINACION ZONA SW7	LC5.14	37	230	3491	3	6,9	2,91	2,5	4
ILUMINACION ZONA SW8	LC5.15	45	230	3491	3	6,9	3,54	2,5	4
ILUMINACION ZONA SW9	LC5.16	50	230	3491	3	6,9	3,93	2,5	4
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE8	LC5.17	158	230	30,2	3	6,9	0,11	1,5	1,5

CUADRO AUXILIAR 6	LINEA	L(m)	Un (V)	Pot. (w)	u(%)	u(V)	Ø CDT(mm2)	Ø CT(mm2)	Ø (mm2)
MANIOBRA CUADRO AUX.6	LC6.1	1,5	230	460	5	11,5	0,01	1,5	1,5
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.6	LC6.2	1,5	230	3680	5	11,5	0,07	2,5	2,5
MAQUINA18 EMBUTIDORA Nº7	LC6.3	36	400	3300	5	20	0,27	1,5	1,5
MAQUINA19 EMBUTIDORA Nº8	LC6.4	27	400	3300	5	20	0,20	1,5	1,5
MAQUINA20 EMBUTIDORA Nº9	LC6.5	18	400	3300	5	20	0,13	1,5	1,5
MAQUINA21 EMBUTIDORA Nº10	LC6.6	36	400	3300	5	20	0,27	1,5	1,5
MAQUINA22 EMBUTIDORA Nº11	LC6.7	27	400	3300	5	20	0,20	1,5	1,5
MAQUINA23 EMBUTIDORA Nº12	LC6.8	18	400	3300	5	20	0,13	1,5	1,5
Calefactor 1	LC6.9	46	400	3000	5	20	0,31	1,5	1,5
Calefactor 2	LC6.10	52	400	3000	5	20	0,35	1,5	1,5
ILUMINACION ZONA SW10	LC6.11	44	230	3491	3	6,9	3,46	2,5	4
ILUMINACION ZONA SW11	LC6.12	35	230	3491	3	6,9	2,75	2,5	4
ILUMINACION ZONA SW12	LC6.13	44	230	3491	3	6,9	3,46	2,5	4
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE9	LC6.14	34	230	20,7	3	6,9	0,02	1,5	1,5

2.8- CANALIZACIONES

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

2.8.1- ACOMETIDA, CANALIZACIONES QUE PARTE DESDE EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN HASTA EL CUADRO GENERAL:

El tipo de acometida será acometida subterránea, aplicando lo dispuesto en la ITC-BT-07, ya que tal instrucción lo permite, el cable se colocara directamente enterrado.

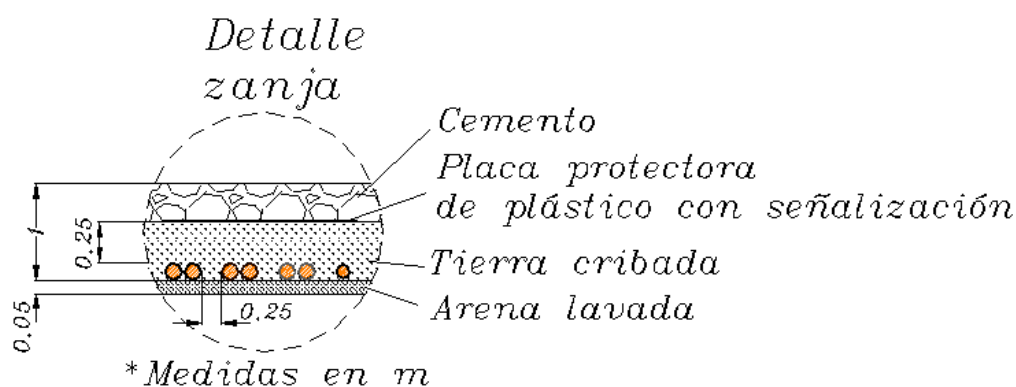
La profundidad, hasta la parte inferior del cable, será de 1 metro. Para conseguir que el cable quede correctamente instalado sin haber recibido daño alguno, y que ofrezca seguridad frente a excavaciones hechas por terceros, en la instalación de los cables se seguirán las instrucciones descritas a continuación:

El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc.. . En el mismo se dispondrá una capa de arena de río lavada, de espesor mínimo 0,05 m sobre la que se colocará el cable.

Por encima del cable irá otra capa de arena de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.

Por encima de la arena todos los cables deberán tener una protección mecánica, como por ejemplo, losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente.

Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m, y a la parte superior del cable de 0,25 m.



	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
ACOMETIDA	LC0	18	ENTERRADO



2.8.2- CANALIZACIONES QUE PARTE DESDE EL CUADRO GENERAL HASTA LOS CUADROS AUXILIARES:

Del cuadro general, como se puede comprobar en los planos, parten las líneas que alimentaran los cuadros auxiliares, en el cuadro general no se conecta ninguna carga directamente, salvo la batería de condensadores como se puede comprobar en el apartado de compensación de reactiva, sino que del cuadro general salen las líneas para alimentar los cuadros auxiliares, y de estos si que salen las líneas para las cargas.

El sistema de utilización será el citado en el apartado de memoria, colocando las rejillas a una altura de montaje de 3 metros sobre el nivel del suelo.

Del cuadro general salen las siguientes líneas que alimentan los correspondientes cuadros auxiliares:

	NOMBRE DE LINEA	L(m)	TIPO
CUADRO AUX.1	LC1	23	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100
CUADRO AUX.2	LC2	24	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100
CUADRO AUX.3	LC3	46	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100
CUADRO AUX.4	LC4	60	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100
CUADRO AUX.5	LC5	55	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100
CUADRO AUX.6	LC6	96	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100



2.8.3- CANALIZACIONES DE LAS LÍNEAS DE LOS CUADROS AUXILIARES:

- Canalizaciones que parte desde el CUADRO AUXILIAR 1 hasta los receptores:

	LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO AUX.1	LC1.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX. 1	LC1.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
MAQUINA 1 CENTRO MECANIZADO 1	LC1.3	16,5	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 2 CENTRO MECANIZADO 2	LC1.4	17,5	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 3 PLEGADORA	LC1.5	20	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 4 TORNO 1	LC1.6	30	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 5 TORNO 2	LC1.7	28	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 6 FRESADORA 1	LC1.8	26	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 7 FRESADORA 2	LC1.9	34	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 8 TALADRO COLUMNA	LC1.10	51	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 9 ESMERIL	LC1.11	56	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
ILUMINACION ZONA SV11	LC1.12	84	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SW1	LC1.13	53	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SW2	LC1.14	62	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SW3	LC1.15	71	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE1	LC1.16	149	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60

- Canalizaciones que parte desde el CUADRO AUXILIAR 2 hasta los receptores:

	LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO AUX.2	LC2.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2	LC2.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2	LC2.3	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
ILUMINACION ZONA SS1	LC2.4	24	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
MOTOR PUERTA ALMACEN	LC2.5	12	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
SUBCUADRO AUX.2.1	LC2.6	28	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100
SUBCUADRO AUX.2.2	LC2.7	30	BANDEJA PORTACABLES 600 x 100

- Canalizaciones que parte desde el SUBCUADRO AUXILIAR 2.1 hasta los receptores:

	LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO AUX.2.1	LC2.1.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2.1	LC2.1.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2.1	LC2.1.3	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
ILUMINACION ZONA ST1	LC2.1.4	48	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA ST2	LC2.1.5	60	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE2	LC2.1.6	116	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONAS SQ,SR	LC2.1.7	46	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE3	LC2.1.8	34	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
TOMAS MONOFASICAS ZONAS Q Y R	LC2.1.9	21	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60

- Canalizaciones que parte desde el SUBCUADRO AUXILIAR 2.2 hasta los receptores:

	LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO AUX.2.2	LC2.2.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2.2	LC2.2.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2.2	LC2.2.3	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
ILUMINACION ZONA SU1	LC2.2.4	22	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE4	LC2.2.5	36	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
COMPRESOR	LC2.2.6	5	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
CARGADOR CARRETILA 1	LC2.2.7	9	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
CARGADOR CARRETILA 2	LC2.2.8	12	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
CARGADOR CARRETILA 3	LC2.2.9	15	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60

- Canalizaciones que parte desde el CUADRO AUXILIAR 3 hasta los receptores:

	LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO AUX.3	LC3.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3	LC3.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3	LC3.3	1,5	CANAleta INTERIOR
ILUMINACION ZONA SV1	LC3.4	52	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV2	LC3.5	64	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV3	LC3.6	74	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV4	LC3.7	86	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV5	LC3.8	96	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV6	LC3.9	108	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV7	LC3.10	118	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV8	LC3.11	130	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SV9	LC3.12	141	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60



ILUMINACION ZONA SV10	LC3.13	148	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE5	LC3.14	259	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
SUBCUADRO AUX.3.1	LC3.15	30	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
SUBCUADRO AUX.3.2	LC3.16	64	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
SUBCUADRO AUX.3.3	LC3.17	97	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100

- Canalizaciones que parte desde el SUBCUADRO AUXILIAR 3.1 hasta los receptores:

	LINEA	L(m)	TIPO
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3.1	LC3.1.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3.1	LC3.1.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60

- Canalizaciones que parte desde el SUBCUADRO AUXILIAR 3.2 hasta los receptores:

	LINEA	L(m)	TIPO
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3.2	LC3.2.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3.2	LC3.2.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60

- Canalizaciones que parte desde el SUBCUADRO AUXILIAR 3.3 hasta los receptores:

	LINEA	L(m)	TIPO
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3.3	LC3.3.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3.3	LC3.3.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60

- Canalizaciones que parte desde el CUADRO AUXILIAR 4 hasta los receptores:

	LINEA	L(m)	TIPO
ILUMINACION ZONA SJ	LC4.1	30	BAJO TUBO Ø20
ILUMINACION ZONA SL	LC4.2	58	BAJO TUBO Ø20
ILUMINACION ZONAS SK, SM, SN,SÑ,SO,SP	LC4.3	80	BAJO TUBO Ø20
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE7	LC4.4	119	BAJO TUBO Ø16
TOMAS MONOFÁSICAS J1	LC4.5	30	BAJO TUBO Ø20



TOMAS MONOFÁSICAS J2	LC4.6	27	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS L	LC4.7	32	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS M	LC4.8	40	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS N,Ñ	LC4.9	38	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS O	LC4.10	50	BAJO TUBO Ø20
SUBCUADRO AUXILIAR 4.1	LC4.11	24	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60

- Canalizaciones que parte desde el CUADRO AUXILIAR 4.1 hasta los receptores:

	LINEA	L(m)	TIPO
ILUMINACION ZONAS SA,SB,SC,SD,SI	LC4.1.1	38	BAJO TUBO Ø20
ILUMINACION ZONAS SE,SF	LC4.1.2	58	BAJO TUBO Ø20
ILUMINACION ZONAS SG,SH	LC4.1.3	47	BAJO TUBO Ø20
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE6	LC4.1.4	83	BAJO TUBO Ø16
ALUMBRADO EXTERIOR	LC4.1.5	16	BAJO TUBO Ø16
ALARMA	LC4.1.6	20	BAJO TUBO Ø16
TOMAS MONOFÁSICAS A	LC4.1.7	24	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS EF	LC4.1.8	40	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS GH	LC4.1.9	34	BAJO TUBO Ø20
TOMAS MONOFÁSICAS I	LC4.1.10	12	BAJO TUBO Ø20

- Canalizaciones que parte desde el CUADRO AUXILIAR 5 hasta los receptores:

	LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO AUX.5	LC5.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.5	LC5.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
MAQUINA 10 TERMOSELLADORA 1	LC5.3	46	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 11 TERMOSELLADORA 2	LC5.4	36	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº1	LC5.5	38	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº2	LC5.6	29	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº3	LC5.7	20	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº4	LC5.8	36	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº5	LC5.9	28	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº6	LC5.10	19	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
ILUMINACION ZONA SW4	LC5.11	50	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SW5	LC5.12	45	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SW6	LC5.13	37	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SW7	LC5.14	37	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SW8	LC5.15	45	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SW9	LC5.16	50	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE8	LC5.17	158	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60

- Canalizaciones que parte desde el CUADRO AUXILIAR 6 hasta los receptores:

	LINEA	L(m)	TIPO
MANIOBRA CUADRO AUX.6	LC6.1	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.6	LC6.2	1,5	CANAleta INTERIOR 60 x 60
MAQUINA18 EMBUTIDORA Nº7	LC6.3	36	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA19 EMBUTIDORA Nº8	LC6.4	27	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA20 EMBUTIDORA Nº9	LC6.5	18	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA21 EMBUTIDORA Nº10	LC6.6	36	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA22 EMBUTIDORA Nº11	LC6.7	27	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
MAQUINA23 EMBUTIDORA Nº12	LC6.8	18	BANDEJA PORTACABLES 200 x 100
CALEFACTOR 1	LC6.9	46	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
CALEFACTOR 2	LC6.10	52	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SW10	LC6.11	44	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SW11	LC6.12	35	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ILUMINACION ZONA SW12	LC6.13	44	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE9	LC6.14	34	BANDEJA PORTACABLES 100 x 60

2.8.4- RESUMEN DE LAS CANALIZACIONES DE TODA LA INSTALACIÓN:

Resulta útil tener un resumen de material utilizado en las canalizaciones y de los metros totales utilizados ya que se tendrá que utilizar para la realización del presupuesto, y finalmente para comprar los materiales cuando esté aprobado el proyecto.

TIPO	METROS TOTALES UTILIZADOS
BANDEJA PORTACABLES 600 x 100	322
BANDEJA PORTACABLES 200 x 100	942
BANDEJA PORTACABLES 100 x 60	832
CANAleta INTERIOR CUADRO 60 x 60	36
TUBO CORRUGADO Ø20	662
TUBO CORRUGADO Ø16	238



2.9- PROTECCION MAGNETOTERMICA

En una línea eléctrica se pueden producir diversos defectos, que de no eliminarse la carga o el propio conductor podrían verse perjudicados gravemente.

Los defectos más importantes son;

-Sobrecargas:

Una sobrecarga, se produce cuando en una línea eléctrica que fue diseñada para una determinada potencia, se le conecta alguna carga que tiene un consumo superior para la que fue diseñada.

Este defecto produce un aumento de temperatura de la línea, que si no se interrumpe puede provocar el incendio de la instalación.

-Cortocircuitos:

Un cortocircuito, es cuando varios conductores de distinto potencial, se ponen en contacto, provocando un aumento considerable de intensidad que podría dañar la instalación y el equipo que esté conectado a ella.

2.9.1- CONCEPTOS PARA DEFINIR UN MAGNETOTÉRMICO:

Para definir un interruptor magnetotérmico, hace falta conocer unos parámetros técnicos previamente:

-Tensión nominal:

La tensión nominal de funcionamiento, aunque deberá tener una tensión de aislamiento superior para aguantar pequeñas sobretensiones transitorias.

-Número de polos:

Deberá de provocar en la apertura el corte de toda la línea.

-Intensidad nominal:

La corriente que se considera límite para disparar la protección y abrir los contactos.

-Poder de corte:

Cuando se provoca un cortocircuito, se produce una elevada corriente, normalmente de miles de amperios y como la intensidad nominal del interruptor es muy inferior este se dispara. El poder de corte será el límite de cortocircuito que el interruptor es capaz de soportar.

PODER DE CORTE EN KA, SEGÚN LA UNE -20460	3	4,5	6	10	22	25,00	35,00	50	70	100
---	---	-----	---	----	----	-------	-------	----	----	-----

-Curva de disparo:

Si se supera la intensidad nominal de la protección esta abre el circuito, pero esto no se produce de forma instantánea, sino que transcurre un tiempo hasta que el circuito queda abierto.

En la ilustración siguiente se puede observar que la curva depende del tiempo y del número de veces en las que se supera la intensidad nominal.

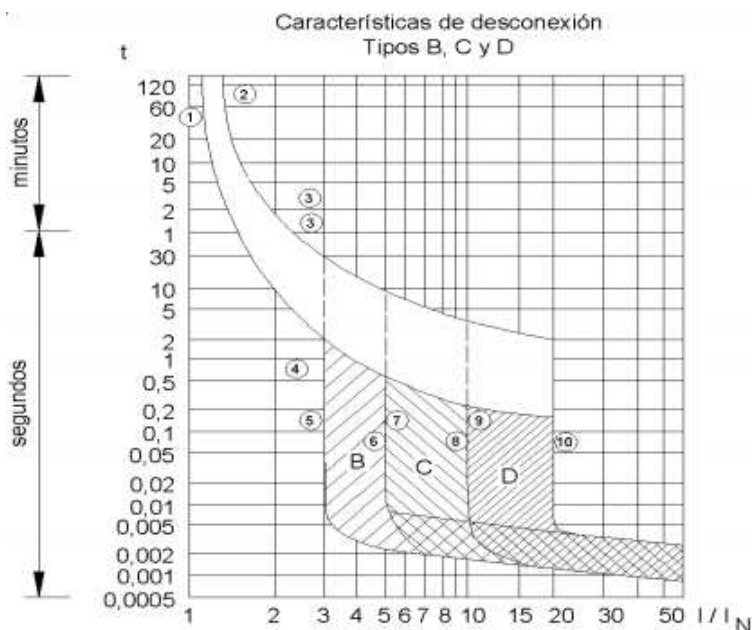


Figura65.1

2.9.2- PARAMETROS PARA DEFINIR UN MAGNETOTERMICO:

Para la definición de los magnetotérmicos, se deben de conocer unos parámetros como se ha visto anteriormente, y para ello se deben de realizar los cálculos oportunos para cada parámetro y así conocer los datos para dimensionar la protección.

2.9.2.1- TENSION NOMINAL DE LA PROTECCION:

Para conocer la tensión nominal de la protección, se debe de conocer la tensión nominal de la carga, puesto que será la misma, podrá ser, monofásica 230v, o trifásica 400v.

El valor de tensión nominal se podrá consultar en cualquiera de las tablas que se expondrán en los puntos siguientes.

2.9.2.2- NUMERO DE POLOS DE LA PROTECCION:

Este parámetro también depende de la naturaleza de la carga, ya que la protección tendrá tantos polos como polos tenga la línea.

Si es monofásica, se intentara proteger siempre las dos fases de la línea, aunque realmente una línea sea la fase y la otra línea el neutro, y en las líneas trifásicas se debe de proteger las tres líneas, por lo que la protección tendrá como mínimo 3 polos, aunque generalmente también se alimenta con el neutro a las líneas trifásicas, por lo que las protecciones tendrán 4 polos, 3 polos para las fases y un polo para el conductor neutro.

2.9.2.3 - INTENSIDAD NOMINAL:

Para calcular la intensidad nominal de la protección, se deben de tener en cuenta la intensidad de la carga aplicándole todos los factores correctores existentes, y también se deberá de conocer la sección que aguanta el conductor calculado.

$$i_{Calc} \leq i_{Protection} \leq i_{Cable}$$

Para que el cable quede protegido y no se queme, la protección debe de ser de intensidad menor para que dispare antes de que sufra el conductor, y mayor que la intensidad nominal de la carga, para que no dispare en régimen permanente.

Para la comprensión de las tablas se han empleado los siguientes términos:

LINEA: Nombre que recibe la línea en la instalación, tanto como para referirse a ella en los cálculos como para localizarla en los planos.

Un: Tensión nominal.

Pot: Potencia nominal

Cos fi: Factor de potencia.

icalc: Intensidad nominal con los factores correctores aplicados.

iProteccion: Intensidad nominal elegida.

iCable: Intensidad máxima que aguanta la sección del cable.

Cuadro Auxiliar 1	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
MANIOBRA CUADRO AUX.1	LC1.1	230	460	1,00	2,00	2	16
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX. 1	LC1.2	230	3680	1,00	16,00	16	21
MAQUINA 1 CENTRO MECANIZADO 1	LC1.3	400	15000	0,93	29,13	32	38
MAQUINA 2 CENTRO MECANIZADO 2	LC1.4	400	15000	0,93	29,13	32	38
MAQUINA 3 PLEGADORA	LC1.5	400	5500	0,98	10,14	16	21
MAQUINA 4 TORNO 1	LC1.6	400	17570	0,89	35,66	40	49
MAQUINA 5 TORNO 2	LC1.7	400	17570	0,89	35,66	40	49
MAQUINA 6 FRESADORA 1	LC1.8	400	9040	0,90	18,14	20	21



MAQUINA 7 FRESADORA 2	LC1.9	400	9040	0,90	18,14	20	21
MAQUINA 8 TALADRO COLUMNA	LC1.10	400	1500	0,95	2,85	3	21
MAQUINA 9 ESMERIL	LC1.11	400	1500	0,95	2,85	3	21
ILUMINACION ZONA SV11	LC1.12	230	3491	0,90	30,36	32	76
ILUMINACION ZONA SW1	LC1.13	230	3491	0,90	30,36	32	57
ILUMINACION ZONA SW2	LC1.14	230	3491	0,90	30,36	32	57
ILUMINACION ZONA SW3	LC1.15	230	3491	0,90	30,36	32	57
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE1	LC1.16	230	41	0,90	0,36	1	24

Cuadro Auxiliar 2	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
MANIOBRA CUADRO AUX.2	LC2.1	230	460	1	2,0	2	16
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2	LC2.2	230	3680	1	16,0	16	22
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2	LC2.3	400	11085	1	16,0	16	29
ILUMINACION ZONA SS1	LC2.4	230	1327	0,9	11,5	16	24
MOTOR PUERTA ALMACEN	LC2.5	230	2200	0,9	13,3	16	24
SUBCUADRO AUX.2.1	LC2.6	400	11902,60	0,972	17,7	20	29
SUBCUADRO AUX.2.2	LC2.7	400	8587,35	0,962	12,9	16	29

SubCuadro Auxiliar 2.1	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
MANIOBRA CUADRO AUX.2.1	LC2.1.1	230	460	1	2,00	2	16
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2.1	LC2.1.2	230	3680	1	16,00	16	22
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2.1	LC2.1.3	400	11085	1	16,02	16	21
ILUMINACION ZONA ST1	LC2.1.4	230	2654	0,9	23,08	25	45
ILUMINACION ZONA ST2	LC2.1.5	230	2654	0,9	23,08	25	45
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE2	LC2.1.6	230	39,1	0,9	0,34	1	24
ILUMINACION ZONAS SQ,SR	LC2.1.7	230	2093	0,9	18,20	20	45
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE3	LC2.1.8	230	12,9	0,9	0,11	1	24
TOMAS MONOFASICAS ZONAS Q Y R	LC2.1.9	230	5750	1	25,00	25	33

SubCuadro Auxiliar 2.2	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
MANIOBRA CUADRO AUX.2.2	LC2.2.1	230	460	1	2,00	2	16
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.2.2	LC2.2.2	230	3680	1	16,00	16	22
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.2.2	LC2.2.3	400	11085	1	16,02	16	21
ILUMINACION ZONA SU1	LC2.2.4	230	1327	0,9	11,54	16	24



ALUMBRADO EMERGENCIA ZE4	LC2.2.5	230	13,8	0,9	0,12	1	24
COMPRESOR	LC2.2.6	400	5500	0,9	11,04	16	24
CARGADOR CARRETILA 1	LC2.2.7	400	2500	0,95	5,70	6	24
CARGADOR CARRETILA 2	LC2.2.8	400	2500	0,95	5,70	6	24
CARGADOR CARRETILA 3	LC2.2.9	400	2500	0,95	5,70	6	24

Cuadro Auxiliar 3	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
MANIOBRA CUADRO AUX.3	LC3.1	230	460	1	2,00	2	16
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3	LC3.2	230	3680	1	16,00	16	22
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3	LC3.3	400	11085	1	16,02	16	21
ILUMINACION ZONA SV1	LC3.4	230	1782	0,9	15,50	16	33
ILUMINACION ZONA SV2	LC3.5	230	1782	0,9	15,50	16	45
ILUMINACION ZONA SV3	LC3.6	230	1782	0,9	15,50	16	45
ILUMINACION ZONA SV4	LC3.7	230	1782	0,9	15,50	16	45
ILUMINACION ZONA SV5	LC3.8	230	1782	0,9	15,50	16	45
ILUMINACION ZONA SV6	LC3.9	230	1782	0,9	15,50	16	57
ILUMINACION ZONA SV7	LC3.10	230	1782	0,9	15,50	16	57
ILUMINACION ZONA SV8	LC3.11	230	1782	0,9	15,50	16	57
ILUMINACION ZONA SV9	LC3.12	230	1782	0,9	15,50	16	57
ILUMINACION ZONA SV10	LC3.13	230	1782	0,9	15,50	16	57
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE5	LC3.14	230	115,2	0,9	1,00	1	24
SUBCUADRO AUX.3.1	LC3.15	400	14765	1	21,34	25	33
SUBCUADRO AUX.3.2	LC3.16	400	14765	1	21,34	25	33
SUBCUADRO AUX.3.3	LC3.17	400	14765	1	21,34	25	45

SubCuadro Auxiliar 3.1	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3.1	LC3.1.1	230	3680	1	16,00	16	22
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3.1	LC3.1.2	400	11085	1	16,02	16	21

SubCuadro Auxiliar 3.2	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3.2	LC3.2.1	230	3680	1	16,00	16	22
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3.2	LC3.2.2	400	11085	1	16,02	16	21

SubCuadro Auxiliar 3.3	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.3.3	LC3.3.1	230	3680	1	16,00	16	22
TOMAS TRIFASICAS CUADRO AUX.3.3	LC3.3.2	400	11085	1	16,02	16	21



Cuadro Auxiliar 4	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
ILUMINACION ZONA SJ	LC4.1	230	2974	0,9	25,86	32	38
ILUMINACION ZONA SL	LC4.2	230	2204	0,9	19,17	20	29
ILUMINACION ZONAS SK, SM, SN,SÑ,SO,SP	LC4.3	230	2286	0,9	19,88	20	49
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE7	LC4.4	230	62,6	0,9	0,54	1	21
TOMAS MONOFÁSICAS J1	LC4.5	230	7360	1	32,00	32	38
TOMAS MONOFÁSICAS J2	LC4.6	230	7360	1	32,00	32	38
TOMAS MONOFÁSICAS L	LC4.7	230	5750	1	25,00	25	38
TOMAS MONOFÁSICAS M	LC4.8	230	7360	1	32,00	32	38
TOMAS MONOFÁSICAS N,Ñ	LC4.9	230	5750	1	25,00	25	38
TOMAS MONOFÁSICAS O	LC4.10	230	3680	1	16,00	16	29
SubCuadro Auxiliar 4.1	LC4.11	400	19971,20	0,972	29,69	32	34

SubCuadro Auxiliar 4.1	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
ILUMINACION ZONAS SA,SB,SC,SD,SI	LC4.1.1	230	2546	0,9	22,14	25	38
ILUMINACION ZONAS SE,SF	LC4.1.2	230	2644	0,9	22,99	25	38
ILUMINACION ZONAS SG,SH	LC4.1.3	230	2644	0,9	22,99	25	38
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE6	LC4.1.4	230	44	0,9	0,38	1	21
ALUMBRADO EXTERIOR	LC4.1.5	230	1253	0,9	10,90	16	21
ALARMA	LC4.1.6	230	350	1	1,52	2	21
TOMAS MONOFÁSICAS A	LC4.1.7	230	7360	1	32,00	32	38
TOMAS MONOFÁSICAS EF	LC4.1.8	230	7360	1	32,00	32	38
TOMAS MONOFÁSICAS GH	LC4.1.9	230	7360	1	32,00	32	38
TOMAS MONOFÁSICAS I	LC4.1.10	230	3680	1	16,00	16	38

Cuadro Auxiliar 5	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
MANIOBRA CUADRO AUX.5	LC5.1	230	460	1	2,00	2	16
TOMAS MONOFÁSICAS CUADRO AUX.5	LC5.2	230	3680	1	16,00	16	21
MAQUINA 10 TERMOSELLADORA 1	LC5.3	400	4000	0,9	8,03	10	21
MAQUINA 11 TERMOSELLADORA 2	LC5.4	400	4000	0,9	8,03	10	21
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº1	LC5.5	400	3300	0,9	5,30	6	21
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº2	LC5.6	400	3300	0,9	5,30	6	21
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº3	LC5.7	400	3300	0,9	5,30	6	21
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº4	LC5.8	400	3300	0,9	5,30	6	21
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº5	LC5.9	400	3300	0,9	5,30	6	21
MAQUINA 12 EMBUTIDORA Nº6	LC5.10	400	3300	0,9	5,30	6	21
ILUMINACION ZONA SW4	LC5.11	230	3491	0,9	30,36	32	45
ILUMINACION ZONA SW5	LC5.12	230	3491	0,9	30,36	32	45
ILUMINACION ZONA SW6	LC5.13	230	3491	0,9	30,36	32	45



ILUMINACION ZONA SW7	LC5.14	230	3491	0,9	30,36	32	45
ILUMINACION ZONA SW8	LC5.15	230	3491	0,9	30,36	32	45
ILUMINACION ZONA SW9	LC5.16	230	3491	0,9	30,36	32	45
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE8	LC5.17	230	30,2	0,9	0,26	1	24

Cuadro Auxiliar 6	LINEA	Un (V)	Pot. (w)	Cos fi	i Calc (A)	< i Protección (A) <	i Cable (A)
MANIOBRA CUADRO AUX.6	LC6.1	230	460	1	2,00	2	16
TOMAS MONOFASICAS CUADRO AUX.6	LC6.2	230	3680	1	16,00	16	22
MAQUINA18 EMBUTIDORA N°7	LC6.3	400	3300	0,9	5,30	6	21
MAQUINA19 EMBUTIDORA N°8	LC6.4	400	3300	0,9	5,30	6	21
MAQUINA20 EMBUTIDORA N°9	LC6.5	400	3300	0,9	5,30	6	21
MAQUINA21 EMBUTIDORA N°10	LC6.6	400	3300	0,9	5,30	6	21
MAQUINA22 EMBUTIDORA N°11	LC6.7	400	3300	0,9	5,30	6	21
MAQUINA23 EMBUTIDORA N°12	LC6.8	400	3300	0,9	5,30	6	21
Calefactor 1	LC6.9	400	3000	0,94	5,76	6	21
Calefactor 2	LC6.10	400	3000	0,94	5,76	6	21
ILUMINACION ZONA SW10	LC6.11	230	3491	0,9	30,36	32	45
ILUMINACION ZONA SW11	LC6.12	230	3491	0,9	30,36	32	45
ILUMINACION ZONA SW12	LC6.13	230	3491	0,9	30,36	32	45
ALUMBRADO EMERGENCIA ZE9	LC6.14	230	20,7	0,9	0,18	1	45

2.9.2.4 – FORMULAS UTILIZADAS EN CÁLCULO DEL PODER DE CORTE Y CURVA DE UNA PROTECCION MAGNETOTERMICA:

- Definiciones de las abreviaturas utilizadas en los cálculos;

$Z_{M.T} (j)$ = Impedancia de Media Tensión.

$Z_{B.T} (j)$ = Impedancia de Baja Tensión.

Z_{trafo} = Impedancia del transformador.

$Z_{aparamenta}$ = Impedancia de la aparamenta hasta el cuadro C.G.P.

Z_{DI} = Impedancia de la derivación

z_d = Impedancia directa.

Z_h = Impedancia homopolar.

$U_{M.T}$ = Tensión en Media Tensión (13,2 KV)

S_{cc} = Corriente de cortocircuito dada por la compañía eléctrica (500MVA).

$U_{B.T}$ = Tensión en Baja Tensión (400V ó 230 V)

S_n = Potencia del transformador.

n^o = Número de aparatos o protecciones.

ρ = Resistividad del cobre (1/56).

L = Longitud de la línea.

S = Sección de la línea.



U_{CC} = Tensión de cortocircuito que se rige con la siguiente tabla.

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	U_{CC}
$S_n \leq 630 \text{ KVA}$	4%
$630 \text{ KVA} \leq S_n \leq 800 \text{ KVA}$	4,5%
$800 \text{ KVA} \leq S_n \leq 1000 \text{ KVA}$	5%
$1000 \text{ KVA} \leq S_n \leq 1600 \text{ KVA}$	6%

- Formulas:

$$Z_{M.T}(j) = \frac{(U_{M.T})^2}{S_{CC}}$$

$$Z_{B.T}(j) = Z_{B.T}(j) \times \frac{(U_{B.T})^2}{(U_{M.T})^2}$$

$$Z_{trafo}(j) = U_{CC} \times \frac{(U_{B.T})^2}{S_n}$$

$$Z_{aparamenta}(j) = n^\circ \times 0,00015$$

$$Z_{DI} = \rho \times \frac{L}{S} |Z_d| = \sqrt{(Z_{Lineas})^2 + (Z(j))^2}$$

$$I_{cc \max} = \frac{C \times U_{B.T}}{\sqrt{3} \times |Z_d|} =$$

$$I_{cc \min} = \frac{C \times U_{B.T} \times \sqrt{3}}{|2 \times Z_d + Z_h|}$$

$$|Z_h| = \sqrt{(3 \times Z'_{lineas})^2 + (Z_{trafo}(j) + 3 \times Z_{aparamenta}(j))^2}$$

$$T_{mcicc} = \frac{\Delta t_{cc} \times s^2 \times C_c}{I_{cc}^2 f^2}$$



$I_{cc \max}$ = calculamos la intensidad de cortocircuito máxima para el punto en el que nos encontramos y puede ser calculada con tres formulas.

Cortocircuito trifásico
$$I_{cc \max} = \frac{CxU_{B.T}}{\sqrt{3}x|Zd|} =$$

Cortocircuito bifásico
$$I_{cc \max} = \frac{CxU_{B.T}}{2x|Zd|} =$$

Cortocircuito Fase-Tierra
$$I_{cc \max} = \frac{CxU_{B.T}x\sqrt{3}}{|2xZd + Zh|}$$

$I_{cc \min}$ = Corriente de cortocircuito mínima, suele ser el cortocircuito Fase-Tierra
C= Se rige por la siguiente tabla:

	$I_{cc \max}$	$I_{cc \min}$
230/400	1	0,95
Otras tensiones	1,05	1

T_{mcicc} = Tiempo máximo que el conductor es capaz de soportar la intensidad de cortocircuito.

C_c = Coeficiente del conductor. Se rige por la siguiente tabla:

	PVC	XLPE/EPR
Cu	13225	20449
Al	5476	8836

$$I_{cc f} = I_{cc \min}$$

2.9.3 – EJEMPLO DE CÁLCULO DEL PODER DE CORTE Y CURVA DE UNA PROTECCION MAGNETOTERMICA:

La protección será la Q0.3, que el interruptor de cabecera del cuadro general.

Este elemento va a proteger frente a sobrecargas y cortocircuitos, por lo que hay que calcular el poder de corte, el calibre y su curva.

$$Z_{M.T}(j) = \frac{(U_{M.T}^2)}{S_{CC}} = \frac{13200^2}{500MVA} = 0,3484 \text{ j}\Omega.$$

$$Z_{B.T}(j) = Z_{B.T}(j) \times \frac{(U_{B.T}^2)}{(U_{M.T}^2)} = 0,3484 \times \frac{400^2}{13200^2} = 0,00032 \text{ j}\Omega$$

$$Z_{trafo}(j) = U_{CC} \times \frac{(U_{B.T}^2)}{S_n} = 4/100 \times \frac{400^2}{400KVA} = 0,016 \text{ j}\Omega$$

$$Z_{aparamenta}(j) = n^\circ \times 0,00015 = 2 \times 0,00015 = 0,00030 \text{ j}\Omega$$

$$Z_{LC0}(\text{Aluminio}) = \rho \times \frac{L}{S} = \frac{1}{35} \times \frac{18}{300} = 0,0017\Omega$$

$$Z_{DI \text{ Línea LC0}} = \sqrt{(Z_{Lina})^2 + (Z(j))^2} = \sqrt{(0,0017)^2 + (0,01662(j))^2} = 0,016706$$

$$I_{cc \max} = \frac{CxU_{B.T}}{\sqrt{3}x|Zd|} = \frac{1 \times 400}{\sqrt{3} \times 0,016706} = 13821A$$

PODER DE CORTE EN KA, SEGÚN LA UNE -20460	3	4,5	6	10	22	25	35	50	70	100
---	---	-----	---	----	----	----	----	----	----	-----

Normalizando según la norma UNE-20460, selecciono 22 KA.

A continuación se calcula la curva de la protección;

Para este cálculo se deben hallar las impedancias de la línea a temperatura de cortocircuito.

$$Z'_{línea} (250^\circ) = Z_{línea} \times (1 + \alpha \times \Delta T) = 0,0017 \times (1 + 0,004 \times (250 - 20)) = 0,003264\Omega$$

Se coge toda la aparamenta de la línea,

$$Z_{aparamenta}(j) = n^\circ \times 0,00015 = 2 \times 0,00015 = 0,00030 \text{ j}\Omega$$



$$Z_{d_LC0} = Z'_{\text{linea}} + Z(j) = (0,003264 + (0,00030 + 0,016 + 0,00032)j) =$$

$$|Z_{d_LC0}| = \sqrt{(Z'_{\text{linea}})^2 + (Z(j))^2} = 0,016937$$

$$Z_{h_LC0} = 3xZ'_{\text{lineas}} + Z_{\text{trafo}}(j) + 3xZ_{\text{aparamenta}}(j) =$$

$$3x0,016937 + 0,016j + 3x0,00030j$$

$$|Z_{h_LC0}| = \sqrt{3xZ'_{\text{lineas}} + Z_{\text{trafo}}(j) + 3xZ_{\text{aparamenta}}(j)} = 0,01957$$

$$|2xZ_{d_LC0} + Z_{h_LC0}| = 0,05344$$

$$I_{cc \min} = \frac{CxU_{B.T}x\sqrt{3}}{|2xZ_d + Z_h|} = \frac{0,95x400x\sqrt{3}}{0,05344} = 12315A$$

$$\frac{I_{cc \min}}{\text{Calibre}} = \frac{12315}{630} = 19,5 \quad (\text{formula 74.1})$$

Dependiendo del cociente determinaremos el tipo de curva:

- Menor que 10 → La curva es de **tipo B**
- Entre 10 y 20 → La curva es de **tipo C**
- Mayor que 20 → La curva es de **tipo D**

Por lo tanto, la curva elegida para esta protección, será; **CURVA C**

Se comprueba ahora que el tiempo que soporta el conductor la intensidad de Cortocircuito es válido:

$$T_{mcicc} = \frac{s^2 x Cc}{I_{cc \min}^2} = \frac{300^2 x 8836}{12315^2} = 5,24 \text{ seg} > 0,1 \text{ seg, por tanto valido.}$$



2.9.4 RESUMEN DE LOS PODERES DE CORTE CALCULADOS :

A continuación se explican las abreviaturas de las tablas que se describen a continuación:

Línea = Designación de la línea eléctrica a la que hace referencia.

U_n = Tensión nominal de la línea en voltios.

L (m) = Longitud en metros desde el cuadro hasta el circuito que se alimenta.

\emptyset (mm) = sección en milímetros del cable por el que pasa la corriente, desde el cuadro
Hasta alcanzar el circuito.

R_o = Resistividad del material del conductor.

Z_{cable} = Impedancia del cable.

Z_{trafo} = Impedancia del transformador en ohmios.

Z_{BT} = Impedancia del en baja tensión

$N^{\circ}MEC$ = N° de protecciones aguas arriba

Z_{MEC} = Impedancia de los mecanismos aguas arriba

$\Sigma\Omega$ = Impedancia total parte resistiva.

$\Sigma\Omega_j$ = Impedancia total parte imaginaria

$|Z|$ = Modulo de la impedancia total de la línea

icc = Intensidad de cortocircuito.

pdc = Poder de corte en kilo amperios.



• PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO GENERAL:

- Protección de Cabecera del cuadro general, que alimenta un embarrado para todos los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
Q0.3	LC0	400	18	300	0,02857	0,00171	0,016	0,00032	2	0,0003	0,001714	0,01662	0,016708	13821,98	22KA

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
Q1.1	LC1	400	18	300	0,02857	0,00171	0,016	0,00032	4	0,0006	0,001714	0,01692	0,017007	13579,42	15ka
Q1.2	LC2	400	18	300	0,02857	0,00171	0,016	0,00032	4	0,0006	0,001714	0,01692	0,017007	13579,42	15ka
Q2.1	LC3	400	18	300	0,02857	0,00171	0,016	0,00032	4	0,0006	0,001714	0,01692	0,017007	13579,42	15ka
Q2.2	LC4	400	18	300	0,02857	0,00171	0,016	0,00032	4	0,0006	0,001714	0,01692	0,017007	13579,42	15ka
Q3.1	LC5	400	18	300	0,02857	0,00171	0,016	0,00032	4	0,0006	0,001714	0,01692	0,017007	13579,42	15ka
Q3.2	LC6	400	18	300	0,02857	0,00171	0,016	0,00032	4	0,0006	0,001714	0,01692	0,017007	13579,42	15ka
Q4.1	LC7	400	18	300	0,02857	0,00171	0,016	0,00032	4	0,0006	0,001714	0,01692	0,017007	13579,42	15ka



• PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO AUXILIAR C1:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm ²)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
1Q0	LC1	400	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	5	0,0008	0,027384	0,01707	0,032269	7156,80	15ka

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm ²)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
1Q1.1	LC1.1	230	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q1.2	LC1.2	230	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q2.1	LC1.3	400	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q3.1	LC1.4	400	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q4.1	LC1.5	400	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q5.1	LC1.6	400	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q6.1	LC1.7	400	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q7.1	LC1.8	400	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q8.1	LC1.9	400	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q9.1	LC1.10	400	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q9.2	LC1.11	400	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q10.1	LC1.12	230	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q10.2	LC1.13	230	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q10.3	LC1.14	230	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q10.4	LC1.15	230	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka
1Q10.5	LC1.16	230	23	16	0,01786	0,02567	0,016	0,00032	7	0,0011	0,027384	0,01737	0,032428	7121,55	10ka



- PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO AUXILIAR C2:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm ²)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
2Q0	LC2	400	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	5	0,0008	0,028500	0,01707	0,033221	6951,63	15ka

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm ²)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
2Q1.1	LC2.1	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	7	0,0011	0,028500	0,01737	0,033376	6919,32	10ka
2Q1.2	LC2.2	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	7	0,0011	0,028500	0,01737	0,033376	6919,32	10ka
2Q1.3	LC2.3	400	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	7	0,0011	0,028500	0,01737	0,033376	6919,32	10ka
2Q2.1	LC2.4	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	7	0,0011	0,028500	0,01737	0,033376	6919,32	10ka
2Q2.2	LC2.5	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	7	0,0011	0,028500	0,01737	0,033376	6919,32	10ka
2Q3.1	LC2.6	400	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	7	0,0011	0,028500	0,01737	0,033376	6919,32	10ka
2Q3.2	LC2.7	400	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	7	0,0011	0,028500	0,01737	0,033376	6919,32	10ka



- PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C2.1:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm ²)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
2.1Q0	LC2.6	400	28	16	0,01786	0,03125	0,016	0,00032	8	0,0012	0,059750	0,01752	0,062266	3708,95	6ka

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm ²)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
2.1Q1.1	LC2.1.1	230	28	16	0,01786	0,03125	0,016	0,00032	10	0,0015	0,059750	0,01782	0,062351	3703,89	4,5ka
2.1Q1.2	LC2.1.2	230	28	16	0,01786	0,03125	0,016	0,00032	10	0,0015	0,059750	0,01782	0,062351	3703,89	4,5ka
2.1Q1.3	LC2.1.3	400	28	16	0,01786	0,03125	0,016	0,00032	10	0,0015	0,059750	0,01782	0,062351	3703,89	4,5ka
2.1Q2.1	LC2.1.4	230	28	16	0,01786	0,03125	0,016	0,00032	10	0,0015	0,059750	0,01782	0,062351	3703,89	4,5ka
2.1Q2.2	LC2.1.5	230	28	16	0,01786	0,03125	0,016	0,00032	10	0,0015	0,059750	0,01782	0,062351	3703,89	4,5ka
2.1Q2.3	LC2.1.6	230	28	16	0,01786	0,03125	0,016	0,00032	10	0,0015	0,059750	0,01782	0,062351	3703,89	4,5ka
2.1Q3.1	LC2.1.7	230	28	16	0,01786	0,03125	0,016	0,00032	10	0,0015	0,059750	0,01782	0,062351	3703,89	4,5ka
2.1Q3.2	LC2.1.8	230	28	16	0,01786	0,03125	0,016	0,00032	10	0,0015	0,059750	0,01782	0,062351	3703,89	4,5ka
2.1Q3.3	LC2.1.9	230	28	16	0,01786	0,03125	0,016	0,00032	10	0,0015	0,059750	0,01782	0,062351	3703,89	6ka



- PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C2.2:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm ²)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
2.2Q0	LC2.7	400	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	8	0,0012	0,061982	0,01752	0,064411	3585,43	4,5ka

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm ²)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
2.2Q1.1	LC2.2.1	230	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	10	0,0015	0,061982	0,01782	0,064493	3580,86	4,5ka
2.2Q1.2	LC2.2.2	230	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	10	0,0015	0,061982	0,01782	0,064493	3580,86	4,5ka
2.2Q1.3	LC2.2.3	400	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	10	0,0015	0,061982	0,01782	0,064493	3580,86	4,5ka
2.2Q2.1	LC2.2.4	230	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	10	0,0015	0,061982	0,01782	0,064493	3580,86	4,5ka
2.2Q2.2	LC2.2.5	230	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	10	0,0015	0,061982	0,01782	0,064493	3580,86	4,5ka
2.2Q3.1	LC2.2.6	400	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	10	0,0015	0,061982	0,01782	0,064493	3580,86	4,5ka
2.2Q3.2	LC2.2.7	400	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	10	0,0015	0,061982	0,01782	0,064493	3580,86	4,5ka
2.2Q3.3	LC2.2.8	400	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	10	0,0015	0,061982	0,01782	0,064493	3580,86	4,5ka
2.2Q3.4	LC2.2.9	400	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	10	0,0015	0,061982	0,01782	0,064493	3580,86	4,5ka



- PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO AUXILIAR C3:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
Q3.1	LC3	400	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	5	0,0008	0,053054	0,01707	0,055732	4143,75	6ka

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
3Q1.1	LC3.1	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q1.2	LC3.2	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q1.3	LC3.3	400	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q2.1	LC3.4	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q2.2	LC3.5	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q2.3	LC3.6	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q2.4	LC3.7	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q3.1	LC3.8	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q3.2	LC3.9	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q3.3	LC3.10	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q3.4	LC3.11	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q4.1	LC3.12	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q4.2	LC3.13	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q4.3	LC3.14	230	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q5.1	LC3.15	400	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q5.2	LC3.16	400	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka
3Q5.3	LC3.17	400	46	16	0,01786	0,05134	0,016	0,00032	7	0,0011	0,053054	0,01737	0,055825	4136,88	4,5ka



- PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C3.1:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
3.1Q0	LC3.10	400	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	8	0,0012	0,086536	0,01752	0,088291	2615,66	3ka

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
3.1Q1.1	LC3.1.1	230	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	10	0,0015	0,086536	0,01782	0,088351	2613,88	3ka
3.1Q1.2	LC3.1.2	400	30	16	0,01786	0,03348	0,016	0,00032	10	0,0015	0,086536	0,01782	0,088351	2613,88	3ka

- PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C3.2:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
3.2Q0	LC3.11	400	64	16	0,01786	0,07143	0,016	0,00032	8	0,0012	0,124482	0,01752	0,125709	1837,10	3ka

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
3.2Q1.1	LC3.2.1	230	64	16	0,01786	0,07143	0,016	0,00032	10	0,0015	0,124482	0,01782	0,125751	1836,48	3ka



3.2Q1.2	LC3.2.2	400	64	16	0,01786	0,07143	0,016	0,00032	10	0,0015	0,124482	0,01782	0,125751	1836,48	3ka
---------	---------	-----	----	----	---------	---------	-------	---------	----	--------	----------	---------	----------	---------	-----

- PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C3.3:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
3.3Q0	LC3.12	400	97	16	0,01786	0,10826	0,016	0,00032	8	0,0012	0,161313	0,01752	0,162261	1423,26	3ka

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
3.3Q1.1	LC3.3.1	230	97	16	0,01786	0,10826	0,016	0,00032	10	0,0015	0,161313	0,01782	0,162294	1422,98	3ka
3.3Q1.2	LC3.3.2	400	97	16	0,01786	0,10826	0,016	0,00032	10	0,0015	0,161313	0,01782	0,162294	1422,98	3ka

- PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO AUXILIAR C4:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
4Q0	LC4	400	60	16	0,01786	0,06696	0,016	0,00032	5	0,0008	0,068679	0,01707	0,070768	3263,33	6ka

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
4Q1.1	LC4.1	230	60	16	0,01786	0,06696	0,016	0,00032	7	0,0011	0,068679	0,01737	0,070841	3259,97	4,5ka
4Q1.2	LC4.2	230	60	16	0,01786	0,06696	0,016	0,00032	7	0,0011	0,068679	0,01737	0,070841	3259,97	4,5ka



4Q1.3	LC4.3	230	60	16	0,01786	0,06696	0,016	0,00032	7	0,0011	0,068679	0,01737	0,070841	3259,97	4,5ka
4Q1.4	LC4.4	230	60	16	0,01786	0,06696	0,016	0,00032	7	0,0011	0,068679	0,01737	0,070841	3259,97	4,5ka
4Q2.1	LC4.5	230	60	16	0,01786	0,06696	0,016	0,00032	7	0,0011	0,068679	0,01737	0,070841	3259,97	4,5ka
4Q2.2	LC4.6	230	60	16	0,01786	0,06696	0,016	0,00032	7	0,0011	0,068679	0,01737	0,070841	3259,97	4,5ka
4Q2.3	LC4.7	230	60	16	0,01786	0,06696	0,016	0,00032	7	0,0011	0,068679	0,01737	0,070841	3259,97	4,5ka
4Q2.4	LC4.8	230	60	16	0,01786	0,06696	0,016	0,00032	7	0,0011	0,068679	0,01737	0,070841	3259,97	4,5ka
4Q3.1	LC4.9	230	60	16	0,01786	0,06696	0,016	0,00032	7	0,0011	0,068679	0,01737	0,070841	3259,97	4,5ka
4Q3.2	LC4.10	230	60	16	0,01786	0,06696	0,016	0,00032	7	0,0011	0,068679	0,01737	0,070841	3259,97	4,5ka
4Q4.1	LC4.11	400	60	16	0,01786	0,06696	0,016	0,00032	7	0,0011	0,068679	0,01737	0,070841	3259,97	4,5ka

• PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C4.1:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
4.1Q0	LC4.11	400	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	8	0,0012	0,095464	0,01752	0,097059	2379,39	3ka

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
4.1Q1.1	LC4.1.1	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	10	0,0015	0,095464	0,01782	0,097113	2378,05	3ka
4.1Q1.2	LC4.1.2	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	10	0,0015	0,095464	0,01782	0,097113	2378,05	3ka
4.1Q1.3	LC4.1.3	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	10	0,0015	0,095464	0,01782	0,097113	2378,05	3ka
4.1Q1.4	LC4.1.4	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	10	0,0015	0,095464	0,01782	0,097113	2378,05	3ka
4.1Q2.1	LC4.1.5	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	10	0,0015	0,095464	0,01782	0,097113	2378,05	3ka
4.1Q2.2	LC4.1.6	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	10	0,0015	0,095464	0,01782	0,097113	2378,05	3ka
4.1Q3.1	LC4.1.7	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	10	0,0015	0,095464	0,01782	0,097113	2378,05	3ka
4.1Q3.2	LC4.1.8	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	10	0,0015	0,095464	0,01782	0,097113	2378,05	3ka
4.1Q3.3	LC4.1.9	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	10	0,0015	0,095464	0,01782	0,097113	2378,05	3ka



4.1Q3.4	LC4.1.10	230	24	16	0,01786	0,02679	0,016	0,00032	10	0,0015	0,095464	0,01782	0,097113	2378,05	3ka
---------	----------	-----	----	----	---------	---------	-------	---------	----	--------	----------	---------	----------	---------	-----

- PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO AUXILIAR C5:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
5Q0	LC5	400	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	5	0,0008	0,063098	0,01707	0,065366	3533,01	6ka

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pdc
5Q1.1	LC5.1	230	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q1.2	LC5.2	230	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q2.1	LC5.3	400	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q2.2	LC5.4	400	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q3.1	LC5.5	400	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q3.2	LC5.6	400	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q3.3	LC5.7	400	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q4.1	LC5.8	400	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q4.2	LC5.9	400	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q4.3	LC5.10	400	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q5.1	LC5.11	230	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q5.2	LC5.12	230	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q5.3	LC5.13	230	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q6.1	LC5.14	230	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q6.2	LC5.15	230	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q6.3	LC5.16	230	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka
5Q6.4	LC5.17	230	55	16	0,01786	0,06138	0,016	0,00032	7	0,0011	0,063098	0,01737	0,065445	3528,74	4,5ka



- PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO AUXILIAR C6:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pd
6Q0	LC6	400	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	5	0,0008	0,108857	0,01707	0,110187	2095,88	4,5ka

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	L(m)	Ø (mm2)	Ro	Z cable	Z Trafo	Z BT	Nº MEC	Z MEC(Ωj)	ΣΩ	ΣΩj	Z	icc	pd
6Q1.1	LC6.1	230	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q1.2	LC6.2	230	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q2.1	LC6.3	400	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q2.2	LC6.4	400	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q2.3	LC6.5	400	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q3.1	LC6.6	400	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q3.2	LC6.7	400	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q3.3	LC6.8	400	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q4.1	LC6.9	400	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q4.2	LC6.10	400	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q5.1	LC6.11	230	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q5.2	LC6.12	230	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q5.3	LC6.13	230	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka
6Q5.4	LC6.14	230	96	16	0,01786	0,10714	0,016	0,00032	7	0,0011	0,108857	0,01737	0,110234	2094,99	3ka



2.9.5 RESUMEN DE LAS CURVAS CALCULADAS :

- CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO GENERAL:

- Protección de Cabecera del cuadro general, que alimenta un embarrado para todos los cuadros auxiliares:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	$\Sigma\Omega$	$\Sigma\Omega_j$	Z MEC(Ω_j)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
Q0.3	LC0	400	300	0,016	0,0017	0,01662	0,00030	0,00329	0,004	0,01694	0,01957	12311,89	12,14	3150	6300	12600

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro hacia los cuadros auxiliares:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	$\Sigma\Omega$	$\Sigma\Omega_j$	Z MEC(Ω_j)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
Q1.1	LC1	400	300	0,016	0,0017	0,01692	0,00060	0,00329	0,004	0,01724	0,02036	12004,06	12,77	900	1800	3600
Q1.2	LC2	400	300	0,016	0,0017	0,01692	0,00060	0,00329	0,004	0,01724	0,02036	12004,06	12,77	200	400	800
Q2.1	LC3	400	300	0,016	0,0017	0,01692	0,00060	0,00329	0,004	0,01724	0,02036	12004,06	12,77	400	800	1600
Q2.2	LC4	400	300	0,016	0,0017	0,01692	0,00060	0,00329	0,004	0,01724	0,02036	12004,06	12,77	315	630	1260
Q3.1	LC5	400	300	0,016	0,0017	0,01692	0,00060	0,00329	0,004	0,01724	0,02036	12004,06	12,77	500	1000	2000
Q3.2	LC6	400	300	0,016	0,0017	0,01692	0,00060	0,00329	0,004	0,01724	0,02036	12004,06	12,77	315	630	1260
Q4.1	LC7	400	300	0,016	0,0017	0,01692	0,00060	0,00329	0,004	0,01724	0,02036	12004,06	12,77	1250	2500	5000
Q5.1	LC8	400	300	0,016	0,0017	0,01660	0,00060	0,00329	0,004	0,01724	0,02036	12004,06	12,77	2000	4000	8000



- CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO AUXILIAR C1:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
1Q0	LC1	400	16	0,016	0,0274	0,01707	0,00075	0,05258	0,004	0,05528	0,15878	2443,66	0,88	900	1800	3600

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
1Q1.1	LC1.1	230	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	10	20	40
1Q1.2	LC1.2	230	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	80	160	320
1Q2.1	LC1.3	400	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	160	320	640
1Q3.1	LC1.4	400	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	160	320	640
1Q4.1	LC1.5	400	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	80	160	320
1Q5.1	LC1.6	400	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	200	400	800
1Q6.1	LC1.7	400	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	200	400	800
1Q7.1	LC1.8	400	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	100	200	400
1Q8.1	LC1.9	400	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	100	200	400
1Q9.1	LC1.10	400	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	15	30	60
1Q9.2	LC1.11	400	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	15	30	60
1Q10.1	LC1.12	230	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	160	320	640
1Q10.2	LC1.13	230	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	160	320	640
1Q10.3	LC1.14	230	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	160	320	640
1Q10.4	LC1.15	230	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	160	320	640



1Q10.5	LC1.16	230	16	0,016	0,0274	0,01737	0,00105	0,05258	0,004	0,05537	0,15889	2441,01	0,88	5	10	20
--------	--------	-----	----	-------	--------	---------	---------	---------	-------	---------	---------	---------	------	---	----	----

• CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C2:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
2Q0	LC2	400	16	0,016	0,0285	0,01707	0,00075	0,05472	0,004	0,05732	0,16517	2352,21	0,95	200	400	800

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
2Q1.1	LC2.1	230	16	0,016	0,0285	0,01737	0,00105	0,05472	0,004	0,05741	0,16527	2349,84	0,95	10	20	40
2Q1.2	LC2.2	230	16	0,016	0,0285	0,01737	0,00105	0,05472	0,004	0,05741	0,16527	2349,84	0,95	80	160	320
2Q1.3	LC2.3	400	16	0,016	0,0285	0,01737	0,00105	0,05472	0,004	0,05741	0,16527	2349,84	0,95	80	160	320
2Q2.1	LC2.4	230	16	0,016	0,0285	0,01737	0,00105	0,05472	0,004	0,05741	0,16527	2349,84	0,95	80	160	320
2Q2.2	LC2.5	230	16	0,016	0,0285	0,01737	0,00105	0,05472	0,004	0,05741	0,16527	2349,84	0,95	80	160	320
2Q3.1	LC2.6	400	16	0,016	0,0285	0,01737	0,00105	0,05472	0,004	0,05741	0,16527	2349,84	0,95	100	200	400
2Q3.2	LC2.7	400	16	0,016	0,0285	0,01737	0,00105	0,05472	0,004	0,05741	0,16527	2349,84	0,95	80	160	320



- CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO AUXILIAR C2.1:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
2.1Q0	LC2.6	400	16	0,016	0,0598	0,01752	0,00120	0,11472	0,004	0,11605	0,34472	1141,05	4,02	160	320	640

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
2.1Q1.1	LC2.1.1	230	16	0,016	0,0598	0,01782	0,00150	0,11472	0,004	0,11610	0,34477	1140,77	4,02	10	20	40
2.1Q1.2	LC2.1.2	230	16	0,016	0,0598	0,01782	0,00150	0,11472	0,004	0,11610	0,34477	1140,77	4,02	80	160	320
2.1Q1.3	LC2.1.3	400	16	0,016	0,0598	0,01782	0,00150	0,11472	0,004	0,11610	0,34477	1140,77	4,02	80	160	320
2.1Q2.1	LC2.1.4	230	16	0,016	0,0598	0,01782	0,00150	0,11472	0,004	0,11610	0,34477	1140,77	4,02	125	250	500
2.1Q2.2	LC2.1.5	230	16	0,016	0,0598	0,01782	0,00150	0,11472	0,004	0,11610	0,34477	1140,77	4,02	125	250	500
2.1Q2.3	LC2.1.6	230	16	0,016	0,0598	0,01782	0,00150	0,11472	0,004	0,11610	0,34477	1140,77	4,02	5	10	20
2.1Q3.1	LC2.1.7	230	16	0,016	0,0598	0,01782	0,00150	0,11472	0,004	0,11610	0,34477	1140,77	4,02	100	200	400
2.1Q3.2	LC2.1.8	230	16	0,016	0,0598	0,01782	0,00150	0,11472	0,004	0,11610	0,34477	1140,77	4,02	2,5	5	10
2.1Q3.3	LC2.1.9	230	16	0,016	0,0598	0,01782	0,00150	0,11472	0,004	0,11610	0,34477	1140,77	4,02	125	250	500



• CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C2.2:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	$\Sigma\Omega$	$\Sigma\Omega_j$	Z MEC(Ω_j)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
2.2Q0	LC2.7	400	16	0,016	0,0620	0,01752	0,00120	0,11901	0,004	0,12029	0,35755	1100,39	4,32	100	200	400

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	$\Sigma\Omega$	$\Sigma\Omega_j$	Z MEC(Ω_j)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
2.2Q1.1	LC2.2.1	230	16	0,016	0,0620	0,01782	0,00150	0,11901	0,004	0,12033	0,35761	1100,14	4,33	10	20	40
2.2Q1.2	LC2.2.2	230	16	0,016	0,0620	0,01782	0,00150	0,11901	0,004	0,12033	0,35761	1100,14	4,33	80	160	320
2.2Q1.3	LC2.2.3	400	16	0,016	0,0620	0,01782	0,00150	0,11901	0,004	0,12033	0,35761	1100,14	4,33	80	160	320
2.2Q2.1	LC2.2.4	230	16	0,016	0,0620	0,01782	0,00150	0,11901	0,004	0,12033	0,35761	1100,14	4,33	80	160	320
2.2Q2.2	LC2.2.5	230	16	0,016	0,0620	0,01782	0,00150	0,11901	0,004	0,12033	0,35761	1100,14	4,33	5	10	20
2.2Q3.1	LC2.2.6	400	16	0,016	0,0620	0,01782	0,00150	0,11901	0,004	0,12033	0,35761	1100,14	4,33	80	160	320
2.2Q3.2	LC2.2.7	400	16	0,016	0,0620	0,01782	0,00150	0,11901	0,004	0,12033	0,35761	1100,14	4,33	30	60	120
2.2Q3.3	LC2.2.8	400	16	0,016	0,0620	0,01782	0,00150	0,11901	0,004	0,12033	0,35761	1100,14	4,33	30	60	120
2.2Q3.4	LC2.2.9	400	16	0,016	0,0620	0,01782	0,00150	0,11901	0,004	0,12033	0,35761	1100,14	4,33	30	60	120



• CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C3:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmccc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
Q3.1	LC3	400	16	0,016	0,0531	0,01707	0,00075	0,10186	0,004	0,10328	0,30613	1283,75	3,18	400	800	1600

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmccc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
3Q1.1	LC3.1	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	10	20	40
3Q1.2	LC3.2	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	80	160	320
3Q1.3	LC3.3	400	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	80	160	320
3Q2.1	LC3.4	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	80	160	320
3Q2.2	LC3.5	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	80	160	320
3Q2.3	LC3.6	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	80	160	320
3Q2.4	LC3.7	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	80	160	320
3Q3.1	LC3.8	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	80	160	320
3Q3.2	LC3.9	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	80	160	320
3Q3.3	LC3.10	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	80	160	320
3Q3.4	LC3.11	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	80	160	320
3Q4.1	LC3.12	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	80	160	320
3Q4.2	LC3.13	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	80	160	320
3Q4.3	LC3.14	230	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	5	10	20



3Q5.1	LC3.15	400	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	125	250	500
3Q5.2	LC3.16	400	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	125	250	500
3Q5.3	LC3.17	400	16	0,016	0,0531	0,01737	0,00105	0,10186	0,004	0,10333	0,30619	1283,36	3,18	125	250	500

• CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C3.1:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
3.1Q0	LC3.10	400	16	0,016	0,0865	0,01752	0,00120	0,16615	0,004	0,16707	0,49883	790,16	8,38	125	250	500

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
3.1Q1.1	LC3.1.1	230	16	0,016	0,0865	0,01782	0,00150	0,16615	0,004	0,16710	0,49887	790,06	8,39	80	160	320
3.1Q1.2	LC3.1.2	400	16	0,016	0,0865	0,01782	0,00150	0,16615	0,004	0,16710	0,49887	790,06	8,39	80	160	320

• CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO AUXILIAR C3.2:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Un (V)	Ø (mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN



3.2Q0	LC3.11	400	16	0,016	0,1245	0,01752	0,00120	0,23901	0,004	0,23965	0,71728	550,05	17,30	125	250	500
-------	--------	-----	----	-------	--------	---------	---------	---------	-------	---------	---------	--------	-------	-----	-----	-----

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
3.2Q1.1	LC3.2.1	230	16	0,016	0,1245	0,01782	0,00150	0,23901	0,004	0,23967	0,71731	550,02	17,30	80	160	320
3.2Q1.2	LC3.2.2	400	16	0,016	0,1245	0,01782	0,00150	0,23901	0,004	0,23967	0,71731	550,02	17,30	80	160	320

- CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C3.3:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
3.3Q0	LC3.12	400	16	0,016	0,1613	0,01752	0,00120	0,30972	0,004	0,31022	0,92937	424,69	29,03	125	250	500

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
3.3Q1.1	LC3.3.1	230	16	0,016	0,1613	0,01782	0,00150	0,30972	0,004	0,31023	0,92939	424,67	29,03	80	160	320
3.3Q1.2	LC3.3.2	400	16	0,016	0,1613	0,01782	0,00150	0,30972	0,004	0,31023	0,92939	424,67	29,03	80	160	320



- CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C4:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
4Q0	LC4	400	16	0,016	0,0687	0,01707	0,00075	0,13186	0,004	0,13296	0,39601	994,32	5,29	315	630	1260

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
4Q1.1	LC4.1	230	16	0,016	0,0687	0,01737	0,00105	0,13186	0,004	0,13300	0,39605	994,14	5,30	160	320	640
4Q1.2	LC4.2	230	16	0,016	0,0687	0,01737	0,00105	0,13186	0,004	0,13300	0,39605	994,14	5,30	100	200	400
4Q1.3	LC4.3	230	16	0,016	0,0687	0,01737	0,00105	0,13186	0,004	0,13300	0,39605	994,14	5,30	100	200	400
4Q1.4	LC4.4	230	16	0,016	0,0687	0,01737	0,00105	0,13186	0,004	0,13300	0,39605	994,14	5,30	5	10	20
4Q2.1	LC4.5	230	16	0,016	0,0687	0,01737	0,00105	0,13186	0,004	0,13300	0,39605	994,14	5,30	160	320	640
4Q2.2	LC4.6	230	16	0,016	0,0687	0,01737	0,00105	0,13186	0,004	0,13300	0,39605	994,14	5,30	160	320	640
4Q2.3	LC4.7	230	16	0,016	0,0687	0,01737	0,00105	0,13186	0,004	0,13300	0,39605	994,14	5,30	125	250	500
4Q2.4	LC4.8	230	16	0,016	0,0687	0,01737	0,00105	0,13186	0,004	0,13300	0,39605	994,14	5,30	160	320	640
4Q3.1	LC4.9	230	16	0,016	0,0687	0,01737	0,00105	0,13186	0,004	0,13300	0,39605	994,14	5,30	125	250	500
4Q3.2	LC4.10	230	16	0,016	0,0687	0,01737	0,00105	0,13186	0,004	0,13300	0,39605	994,14	5,30	80	160	320
4Q4.1	LC4.11	400	16	0,016	0,0687	0,01737	0,00105	0,13186	0,004	0,13300	0,39605	994,14	5,30	160	320	640



• CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS SUB-CUADRO AUXILIAR C4.1:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	$\Sigma\Omega$	$\Sigma\Omega_j$	Z MEC(Ω_j)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
4.1Q0	LC4.11	400	16	0,016	0,0955	0,01752	0,00120	0,18329	0,004	0,18413	0,55022	716,60	10,19	160	320	640

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	$\Sigma\Omega$	$\Sigma\Omega_j$	Z MEC(Ω_j)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
4.1Q1.1	LC4.1.1	230	16	0,016	0,0955	0,01782	0,00150	0,18329	0,004	0,18416	0,55026	716,53	10,20	125	250	500
4.1Q1.2	LC4.1.2	230	16	0,016	0,0955	0,01782	0,00150	0,18329	0,004	0,18416	0,55026	716,53	10,20	125	250	500
4.1Q1.3	LC4.1.3	230	16	0,016	0,0955	0,01782	0,00150	0,18329	0,004	0,18416	0,55026	716,53	10,20	125	250	500
4.1Q1.4	LC4.1.4	230	16	0,016	0,0955	0,01782	0,00150	0,18329	0,004	0,18416	0,55026	716,53	10,20	5	10	20
4.1Q2.1	LC4.1.5	230	16	0,016	0,0955	0,01782	0,00150	0,18329	0,004	0,18416	0,55026	716,53	10,20	80	160	320
4.1Q2.2	LC4.1.6	230	16	0,016	0,0955	0,01782	0,00150	0,18329	0,004	0,18416	0,55026	716,53	10,20	10	20	40
4.1Q3.1	LC4.1.7	230	16	0,016	0,0955	0,01782	0,00150	0,18329	0,004	0,18416	0,55026	716,53	10,20	160	320	640
4.1Q3.2	LC4.1.8	230	16	0,016	0,0955	0,01782	0,00150	0,18329	0,004	0,18416	0,55026	716,53	10,20	160	320	640
4.1Q3.3	LC4.1.9	230	16	0,016	0,0955	0,01782	0,00150	0,18329	0,004	0,18416	0,55026	716,53	10,20	160	320	640
4.1Q3.4	LC4.1.10	230	16	0,016	0,0955	0,01782	0,00150	0,18329	0,004	0,18416	0,55026	716,53	10,20	80	160	320



• CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO AUXILIAR C5:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

														B	C	D
Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	$\Sigma\Omega$	$\Sigma\Omega_j$	Z MEC(Ω_j)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	5 x iN	10 x iN	20 x iN
5Q0	LC5	400	16	0,016	0,0631	0,01707	0,00075	0,12115	0,004	0,12235	0,36390	1081,47	4,48	500	1000	2000

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro:

														B	C	D
Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	$\Sigma\Omega$	$\Sigma\Omega_j$	Z MEC(Ω_j)	Z' 250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcicc	5 x iN	10 x iN	20 x iN
5Q1.1	LC5.1	230	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	10	20	40
5Q1.2	LC5.2	230	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	80	160	320
5Q2.1	LC5.3	400	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	50	100	200
5Q2.2	LC5.4	400	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	50	100	200
5Q3.1	LC5.5	400	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	30	60	120
5Q3.2	LC5.6	400	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	30	60	120
5Q3.3	LC5.7	400	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	30	60	120
5Q4.1	LC5.8	400	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	30	60	120
5Q4.2	LC5.9	400	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	30	60	120
5Q4.3	LC5.10	400	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	30	60	120
5Q5.1	LC5.11	230	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	160	320	640
5Q5.2	LC5.12	230	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	160	320	640
5Q5.3	LC5.13	230	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	160	320	640
5Q6.1	LC5.14	230	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	160	320	640
5Q6.2	LC5.15	230	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	160	320	640



5Q6.3	LC5.16	230	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	160	320	640
5Q6.4	LC5.17	230	16	0,016	0,0631	0,01737	0,00105	0,12115	0,004	0,12239	0,36395	1081,24	4,48	5	10	20

• CURVA DE LAS PROTECCIONES MAGNETO-TÉRMICAS CUADRO AUXILIAR C6:

- Protección de Cabecera del cuadro auxiliar, que alimenta un embarrado para todas las líneas del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
6Q0	LC6	400	16	0,016	0,1089	0,01707	0,00075	0,20901	0,004	0,20970	0,62728	628,82	13,24	315	630	1260

- Protecciones de las líneas que parten del cuadro:

Nº Prot.	Línea prot.	Una (V)	Øa(mm2)	Z Trafo	ΣΩ	ΣΩj	Z MEC(Ωj)	Z'250°	α	zd	Zo	ICCmin	Tmcc	B	C	D
														5 x iN	10 x iN	20 x iN
6Q1.1	LC6.1	230	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	10	20	40
6Q1.2	LC6.2	230	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	80	160	320
6Q2.1	LC6.3	400	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	30	60	120
6Q2.2	LC6.4	400	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	30	60	120
6Q2.3	LC6.5	400	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	30	60	120
6Q3.1	LC6.6	400	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	30	60	120
6Q3.2	LC6.7	400	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	30	60	120
6Q3.3	LC6.8	400	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	30	60	120
6Q4.1	LC6.9	400	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	30	60	120
6Q4.2	LC6.10	400	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	30	60	120
6Q5.1	LC6.11	230	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	160	320	640
6Q5.2	LC6.12	230	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	160	320	640
6Q5.3	LC6.13	230	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	160	320	640
6Q5.4	LC6.14	230	16	0,016	0,1089	0,01737	0,00105	0,20901	0,004	0,20973	0,62731	628,78	13,24	5	10	20



2.9.5 RESUMEN DE LOS MAGNETOTÉRMICOS SELECCIONADOS:-Cuadro general:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
Q1.1	LC1	400	3F+ N	180	C	15ka
Q1.2	LC2	400	3F+ N	40	C	15ka
Q2.1	LC3	400	3F+ N	80	C	15ka
Q2.2	LC4	400	3F+ N	63	C	15ka
Q3.1	LC5	400	3F+ N	100	C	15ka
Q3.2	LC6	400	3F+ N	63	C	15ka
Q4.1	LC7	400	3F+ N	250	C	15ka

-Cuadro 1:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
1Q1.1	LC1.1	230	F+N	2	C	10ka
1Q1.2	LC1.2	230	F+N	16	C	10ka
1Q2.1	LC1.3	400	3F+ N	32	C	10ka
1Q3.1	LC1.4	400	3F+ N	32	C	10ka
1Q4.1	LC1.5	400	3F+ N	16	C	10ka
1Q5.1	LC1.6	400	3F+ N	40	C	10ka
1Q6.1	LC1.7	400	3F+ N	40	C	10ka
1Q7.1	LC1.8	400	3F+ N	20	C	10ka
1Q8.1	LC1.9	400	3F+ N	20	C	10ka
1Q9.1	LC1.10	400	3F+ N	3	C	10ka
1Q9.2	LC1.11	400	3F+ N	3	C	10ka
1Q10.1	LC1.12	230	F+N	32	C	10ka
1Q10.2	LC1.13	230	F+N	32	C	10ka
1Q10.3	LC1.14	230	F+N	32	C	10ka
1Q10.4	LC1.15	230	F+N	32	C	10ka
1Q10.5	LC1.16	230	F+N	1	C	10ka

-Cuadro 2:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
2Q1.1	LC2.1	230	F+N	2	C	10ka
2Q1.2	LC2.2	230	F+N	16	C	10ka
2Q1.3	LC2.3	400	3F+ N	16	C	10ka
2Q2.1	LC2.4	230	F+N	16	C	10ka
2Q2.2	LC2.5	230	F+N	16	C	10ka
2Q3.1	LC2.6	400	3F+ N	20	C	10ka



2Q3.2	LC2.7	400	3F+ N	16	C	10ka
-------	-------	-----	-------	----	---	------

-Cuadro 2.1:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
2.1Q1.1	LC2.1.1	230	F+N	2	C	4,5ka
2.1Q1.2	LC2.1.2	230	F+N	16	C	4,5ka
2.1Q1.3	LC2.1.3	400	3F+ N	16	C	4,5ka
2.1Q2.1	LC2.1.4	230	F+N	25	C	4,5ka
2.1Q2.2	LC2.1.5	230	F+N	25	C	4,5ka
2.1Q2.3	LC2.1.6	230	F+N	1	C	4,5ka
2.1Q3.1	LC2.1.7	230	F+N	20	C	4,5ka
2.1Q3.2	LC2.1.8	230	F+N	0,5	C	4,5ka
2.1Q3.3	LC2.1.9	230	F+N	25	C	6ka

-Cuadro 2.2:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
2.2Q1.1	LC2.2.1	230	F+N	2	C	4,5ka
2.2Q1.2	LC2.2.2	230	F+N	16	C	4,5ka
2.2Q1.3	LC2.2.3	400	3F+ N	16	C	4,5ka
2.2Q2.1	LC2.2.4	230	F+N	16	C	4,5ka
2.2Q2.2	LC2.2.5	230	F+N	1	C	4,5ka
2.2Q3.1	LC2.2.6	400	3F+ N	16	C	4,5ka
2.2Q3.2	LC2.2.7	400	3F+ N	6	C	4,5ka
2.2Q3.3	LC2.2.8	400	3F+ N	6	C	4,5ka
2.2Q3.4	LC2.2.9	400	3F+ N	6	C	4,5ka

-Cuadro 3:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
3Q1.1	LC3.1	230	F+N	2	C	4,5ka
3Q1.2	LC3.2	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q1.3	LC3.3	400	3F+ N	16	C	4,5ka
3Q2.1	LC3.4	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q2.2	LC3.5	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q2.3	LC3.6	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q2.4	LC3.7	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q3.1	LC3.8	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q3.2	LC3.9	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q3.3	LC3.10	230	F+N	16	C	4,5ka



3Q3.4	LC3.11	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q4.1	LC3.12	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q4.2	LC3.13	230	F+N	16	C	4,5ka
3Q4.3	LC3.14	230	F+N	1	C	4,5ka
3Q5.1	LC3.15	400	3F+ N	25	C	4,5ka
3Q5.2	LC3.16	400	3F+ N	25	C	4,5ka
3Q5.3	LC3.17	400	3F+ N	25	C	4,5ka

-Cuadro 3.1:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdv
3.1Q1.1	LC3.1.1	230	F+N	16	C	3ka
3.1Q1.2	LC3.1.2	400	3F+ N	16	C	3ka

-Cuadro 3.2:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdv
3.2Q1.1	LC3.2.1	230	F+N	16	C	3ka
3.2Q1.2	LC3.2.2	400	3F+ N	16	C	3ka

-Cuadro 3.3:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdv
3.3Q1.1	LC3.3.1	230	F+N	16	C	3ka
3.3Q1.2	LC3.3.2	400	3F+ N	16	C	3ka

-Cuadro 4:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdv
4Q1.1	LC4.1	230	F+N	32	C	4,5ka
4Q1.2	LC4.2	230	F+N	20	C	4,5ka
4Q1.3	LC4.3	230	F+N	20	C	4,5ka
4Q1.4	LC4.4	230	F+N	1	C	4,5ka
4Q2.1	LC4.5	230	F+N	32	C	4,5ka
4Q2.2	LC4.6	230	F+N	32	C	4,5ka
4Q2.3	LC4.7	230	F+N	25	C	4,5ka
4Q2.4	LC4.8	230	F+N	32	C	4,5ka
4Q3.1	LC4.9	230	F+N	25	C	4,5ka
4Q3.2	LC4.10	230	F+N	16	C	4,5ka
4Q4.1	LC4.11	400	3F+ N	32	C	4,5ka

-Cuadro 4.1:



Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
4.1Q1.1	LC4.1.1	230	F+N	25	C	3ka
4.1Q1.2	LC4.1.2	230	F+N	25	C	3ka
4.1Q1.3	LC4.1.3	230	F+N	25	C	3ka
4.1Q1.4	LC4.1.4	230	F+N	1	C	3ka
4.1Q2.1	LC4.1.5	230	F+N	16	C	3ka
4.1Q2.2	LC4.1.6	230	F+N	2	C	3ka
4.1Q3.1	LC4.1.7	230	F+N	32	C	3ka
4.1Q3.2	LC4.1.8	230	F+N	32	C	3ka
4.1Q3.3	LC4.1.9	230	F+N	32	C	3ka
4.1Q3.4	LC4.1.10	230	F+N	16	C	3ka

-Cuadro 5:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
5Q1.1	LC5.1	230	F+N	2	C	4,5ka
5Q1.2	LC5.2	230	F+N	16	C	4,5ka
5Q2.1	LC5.3	400	3F+ N	10	C	4,5ka
5Q2.2	LC5.4	400	3F+ N	10	C	4,5ka
5Q3.1	LC5.5	400	3F+ N	6	C	4,5ka
5Q3.2	LC5.6	400	3F+ N	6	C	4,5ka
5Q3.3	LC5.7	400	3F+ N	6	C	4,5ka
5Q4.1	LC5.8	400	3F+ N	6	C	4,5ka
5Q4.2	LC5.9	400	3F+ N	6	C	4,5ka
5Q4.3	LC5.10	400	3F+ N	6	C	4,5ka
5Q5.1	LC5.11	230	F+N	32	C	4,5ka
5Q5.2	LC5.12	230	F+N	32	C	4,5ka
5Q5.3	LC5.13	230	F+N	32	C	4,5ka
5Q6.1	LC5.14	230	F+N	32	C	4,5ka
5Q6.2	LC5.15	230	F+N	32	C	4,5ka
5Q6.3	LC5.16	230	F+N	32	C	4,5ka
5Q6.4	LC5.17	230	F+N	1	C	4,5ka

-Cuadro 6:

Nº Protección	Línea que protege	Un (V)	Nº polos	in (A)	Curva	pdc
6Q1.1	LC6.1	230	F+N	2	C	3ka
6Q1.2	LC6.2	230	F+N	16	C	3ka
6Q2.1	LC6.3	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q2.2	LC6.4	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q2.3	LC6.5	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q3.1	LC6.6	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q3.2	LC6.7	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q3.3	LC6.8	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q4.1	LC6.9	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q4.2	LC6.10	400	3F+ N	6	C	3ka
6Q5.1	LC6.11	230	F+N	32	C	3ka
6Q5.2	LC6.12	230	F+N	32	C	3ka
6Q5.3	LC6.13	230	F+N	32	C	3ka
6Q5.4	LC6.14	230	F+N	1	C	3ka

2.10 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS, DIFERENCIALES

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

- DIFERENCIALES CUADRO GENERAL :

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
Q1.0	400	3F+ N	250	300ma
Q2.0	400	3F+ N	160	300ma
Q3.0	400	3F+ N	160	300ma
Q4.0	400	3F+ N	250	300ma
Q5.0	400	3F+ N	400	300ma

- DIFERENCIALES CUADRO AUXILIAR C1:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
1Q1	230	F+N	25	30ma
1Q2	400	3F+ N	40	300ma
1Q3	400	3F+ N	40	300ma
1Q4	400	3F+ N	25	300ma
1Q5	400	3F+ N	40	300ma
1Q6	400	3F+ N	40	300ma
1Q7	400	3F+ N	25	300ma
1Q8	400	3F+ N	25	300ma
1Q9	400	3F+ N	25	30ma
1Q10	400	3F+ N	63	30ma

- DIFERENCIALES CUADRO AUXILIAR C2:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
2Q1	400	3F+ N	40	30ma
2Q2	230	F+N	40	30ma
2Q3	400	3F+ N	40	300ma

- DIFERENCIALES SUB-CUADRO AUXILIAR C2.1:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
2.1Q1	400	3F+ N	40	30ma



2.1Q2	400	3F+ N	40	30ma
2.1Q3	400	3F+ N	40	30ma

- DIFERENCIALES SUB-CUADRO AUXILIAR C2.2:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
2.2Q1	400	3F+ N	25	30ma
2.2Q2	230	F+N	25	30ma
2.2Q3	400	3F+ N	25	300ma

- DIFERENCIALES CUADRO AUXILIAR C3:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
3Q1	400	3F+ N	40	30ma
3Q2	400	3F+ N	40	30ma
3Q3	400	3F+ N	40	30ma
3Q4	400	3F+ N	25	30ma
3Q5	400	3F+ N	25	30ma

- DIFERENCIALES SUB-CUADRO AUXILIAR C3.1:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
3.1Q1	400	3F+ N	25	30ma

- DIFERENCIALES SUB-CUADRO AUXILIAR C3.2:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
3.2Q1	400	3F+ N	25	30ma

- DIFERENCIALES SUB-CUADRO AUXILIAR C3.3:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
3.3Q1	400	3F+ N	25	30ma

- DIFERENCIALES CUADRO AUXILIAR C4:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
4Q1	400	3F+ N	40	30ma
4Q2	400	3F+ N	63	30ma



4Q3	400	3F+ N	63	30ma
4Q4	400	3F+ N	40	30ma

- DIFERENCIALES SUB-CUADRO AUXILIAR C4.1:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
4.1Q1	400	3F+ N	40	30ma
4.1Q2	230	F+N	20	30ma
4.1Q3	400	3F+ N	40	30ma

- DIFERENCIALES CUADRO AUXILIAR C5:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
5Q1	230	F+N	25	30ma
5Q2	400	3F+ N	25	300ma
5Q3	400	3F+ N	25	300ma
5Q4	400	3F+ N	25	300ma
5Q5	400	3F+ N	40	30ma
5Q6	400	3F+ N	40	30ma

- DIFERENCIALES CUADRO AUXILIAR C6:

Nº Protección	Un (V)	Nº polos	in (A)	Sensibilidad
6Q1.0	230	F+N	25	30ma
6Q2.0	400	3F+ N	25	300ma
6Q3.0	400	3F+ N	25	300ma
6Q4.0	400	3F+ N	25	30ma
6Q5.0	400	3F+ N	40	30ma



2.11- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

Para que se cumpla, la resistencia a tierra asociada al funcionamiento de un interruptor diferencial en el caso límite, debe tener un valor de:

- $24/0,3 = 80 \Omega$ en local húmedo o mojado, con interruptor diferencial de 300mA.
- $50/0,3 = 166,67 \Omega$ en local seco, con interruptor diferencial de 300mA.
- $24/0,03 = 800 \Omega$ en local húmedo o mojado, de alta sensibilidad 30mA.
- $50/0,03 = 1666,7 \Omega$ en local seco, con interruptor diferencial de 30mA.

De los dos valores se cogerá el de 50 Voltios, ya que se trata de una nave con ambiente seco y será por esto por lo que se toman las siguientes medidas:

Datos:

- Resistividad del terreno:
Según la tabla de la ITC BT 18, tabla 3 y sabiendo que nuestra naturaleza del terreno es de arcilla compacta, obtenemos un valor orientativo de la resistividad del terreno, que será de $150 \Omega m$
- Tensión máxima de contacto 50 V.
- Corriente de disparo del interruptor diferencial 300 mA.

$$R \leq \frac{V_c}{I_s} = 166.67 \Omega \quad (\text{formula 108.1})$$

2.11.1 CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO:

Cada uno de los electrodos artificiales estará formado por picas de alma de acero de 14 mm de diámetro recubiertas de cobre con un espesor mínimo de 2mm y de 2 m de longitud, situadas una en cada esquina de la empresa, y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección.

Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50 mm^2 de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

Se calculará el valor de la resistencia de tierra en el caso del defecto a tierra más desfavorable, es decir, cuando la corriente de defecto sea mayor.



El caso más desfavorable se encuentra en la batería de condensadores con una resistencia de $0,002486\Omega$ pero realmente es poco probable que se produzca un defecto peligroso ya que la batería de condensadores está situada cerca del cuadro general y se encuentra dentro de una cabina metálica, por lo que se procederá a comprobar en una máquina ya es más probable el defecto.

Ya que los contactos peligrosos se producen con la maquinaria de la nave, se ha de buscar la máquina con menor resistencia a tierra, que es la máquina con mayor corriente de defecto:

En este caso la línea es la de las Tomas Monofásicas del sub-cuadro aux.3.3 es la que ofrece menos resistencia por tanto es la línea más desfavorable ($0,010714\Omega$).

La resistencia del conductor se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R = \rho \times L / S \quad (\text{formula 109.3})$$

Donde:

R = Resistencia del conductor en Ω .

ρ = Resistividad del conductor, en este caso el conductor es de cobre.

L = Longitud del conductor en metros.

S = La sección del conductor en mm^2 .

La resistencia del conductor es de:

$$R_{\text{Consumidor}} = R_{\text{línea alimentación}} + R_{\text{cuadro general}} + R_{\text{Cuadro Aux.3}} + R_{\text{Sub-cuadro Aux. 3.3}} + R_{\text{Tomas trifásicas del sub-cuadro 3.3}}$$

$$R_{\text{Consumidor}} = 0,001714 + 0,053054 + 0,053054\Omega + 0,433036\Omega + 0,010714\Omega = 0,010714\Omega$$

La resistencia de una pica vertical se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$R_{\text{pica}} = \rho / L \quad (\text{formula 109.3})$$

Donde:

ρ = Resistividad del terreno en Ωm , arcilla compacta $150\Omega\text{m}$

L = Longitud de la pica en metros.

Por tanto la resistencia de una pica será de:

$$R_{\text{pica}} = 150\Omega\text{m} / 2 \text{ m} = 75\Omega.$$



Las **cuatro picas** que forman la instalación de puesta a tierra se encuentran en paralelo entre ellas, por lo que la resistencia del conjunto será:

$$R_{4P} = R_{pica} / 4 = 75 / 4 = 18,75\Omega.$$

La resistencia del conductor que une las 4 picas, según la tabla 5 de la instrucción ITC BT 18, será:

$$R_{CT} = 2 \times \rho / L \quad (\text{formula 110.1})$$

Donde:

RCT = Resistencia del conductor de unión de las picas en Ω .

ρ = Resistividad del terreno en Ωm , arcilla compacta $150\Omega m$

L = Longitud del conductor, 441m

Por tanto la resistencia del conductor será de:

$$R_{CT} = 2 \times 150\Omega m / 441m = 0,68\Omega.$$

La resistencia total del mallazo de puesta a tierra, será la que forman la resistencia de las picas y la resistencia del conductor que las une. En el caso más desfavorable, será si se considera que las dos resistencias se encuentran en serie, por lo que la resistencia total de puesta a tierra será el resultado de la suma de ambas:

$$R_{mallazo} = R_{4P} + R_{CT} = 18,75 + 0,68 = 19,43 \Omega.$$

La resistencia total de la puesta a tierra para la línea más desfavorable la suma de la resistencia del conductor, más la resistencia del mallazo:

$$R_{tierra} = R_{consumidor desfavorable} + R_{mallazo} = 0,010714\Omega + 19,43\Omega = 19,44\Omega$$

Por tanto se puede decir que la instalación de puesta a tierra es adecuada para proteger eficazmente a las personas, ya que la resistencia total de tierra es mucho menor que los $166,67\Omega$ que se han calculado anteriormente como límite máximo.

Por tanto la máxima tensión de contacto será;

$$V_c = I_s \times R = 0,300 \times 19,44 = 5,83v$$

Siendo inferior de los 50v considerados como límite.



2.11.2 SEPARACION ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LA INSTALACIÓN Y LA TOMA DE TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas.

Se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($<100 \text{ ohmios.m}$).

Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia se calculará, aplicando la fórmula:

Siendo:

$$D = \frac{\rho I_d}{2\pi U}$$

(formula111.1)

D : distancia entre electrodos, en metros

π : resistividad media del terreno en ohmios.metro

I_d : intensidad de defecto a tierra, en amperios, para el lado de alta tensión, que será facilitado por la empresa eléctrica

U : 1200 V para sistemas de distribución TT, siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 segundos y 250 V, en caso contrario.

- El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.



2.12 ANEXOS

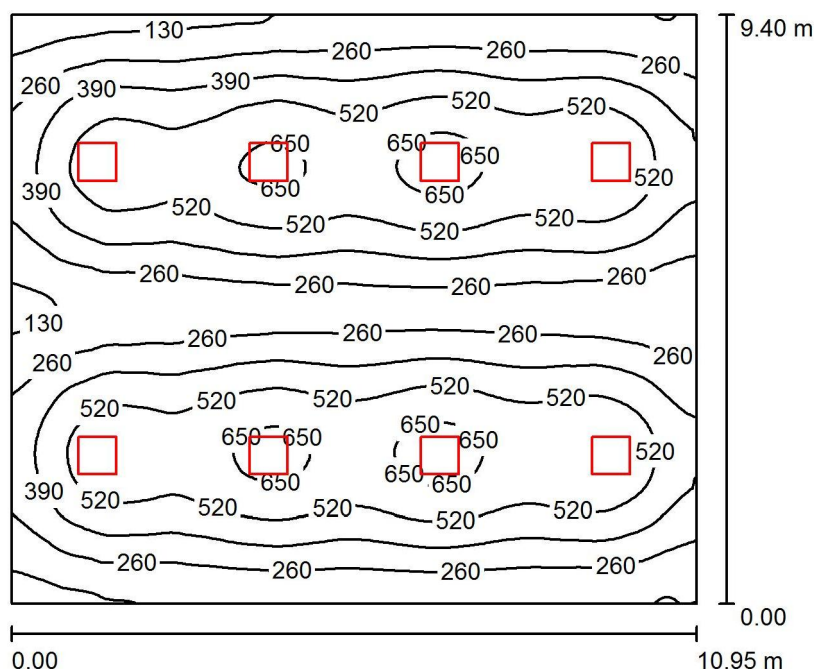


Pamplona, 24 de Junio de 2014

David López Ortega

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SA1 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:121

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	404	60	697	0.149
Suelo	68	374	116	503	0.310
Techo	78	180	72	235	0.400
Paredes (5)	35	192	82	428	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

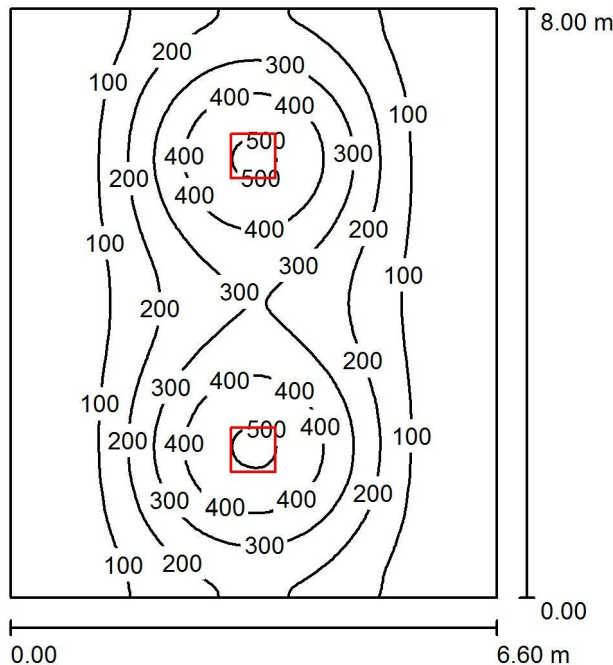
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			39797	39600	544.0

Valor de eficiencia energética: $5.29 \text{ W/m}^2 = 1.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 102.93 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SA2 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:103

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	189	26	515	0.139
Suelo	68	176	34	309	0.196
Techo	78	76	38	103	0.505
Paredes (4)	38	76	35	207	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	15	18	
Trama: 128 x 128 Puntos	Pared inferior	15	18	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

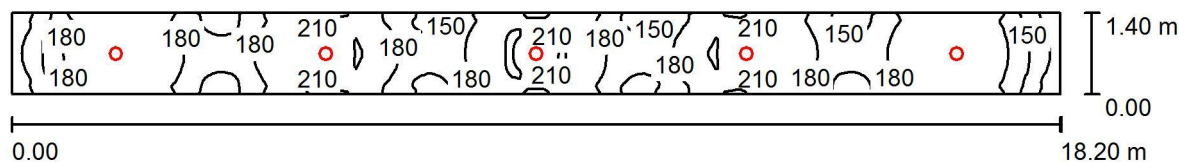
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			9949	9900	136.0

Valor de eficiencia energética: $2.58 \text{ W/m}^2 = 1.36 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 52.80 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SA3 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:131

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	181	104	215	0.572
Suelo	68	139	102	158	0.737
Techo	78	56	35	71	0.622
Paredes (4)	50	105	35	396	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

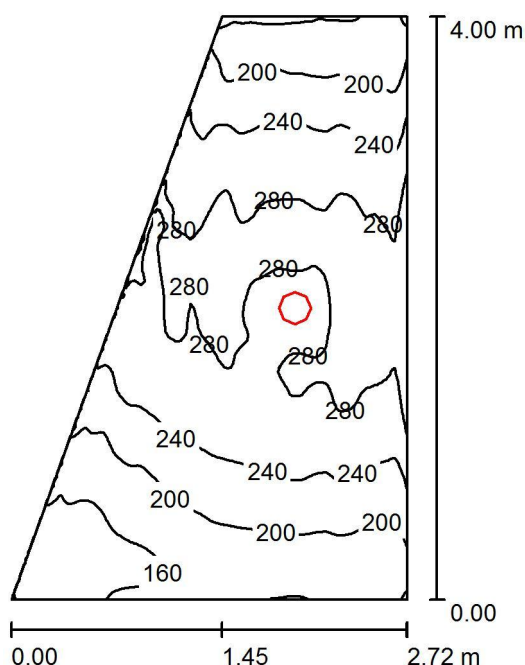
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	Philips BBS490 (1.000)	1904	2045	35.0
			Total: 9522	Total: 10225	175.0

Valor de eficiencia energética: $6.87 \text{ W/m}^2 = 3.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 25.48 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SB1 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	236	118	312	0.501
Suelo	68	201	138	250	0.687
Techo	78	130	99	156	0.759
Paredes (4)	86	160	98	407	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

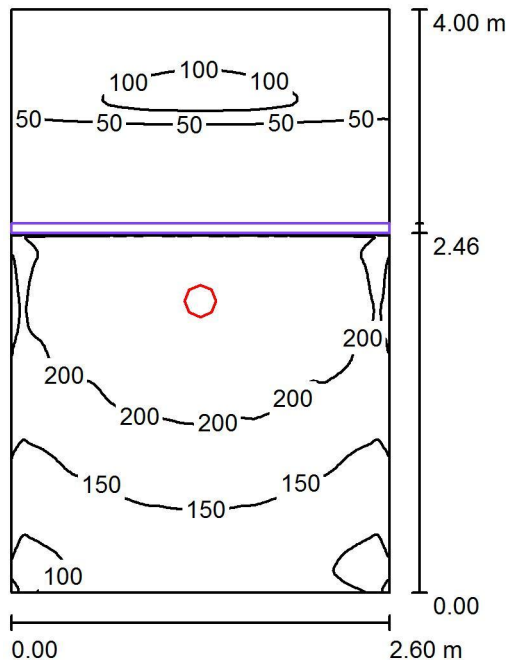
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips BBS490 (1.000)	1904	2045	35.0
Total:			1904	2045	35.0

Valor de eficiencia energética: $4.39 \text{ W/m}^2 = 1.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 7.98 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SC1 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	130	15	251	0.116
Pisos (2)	68	99	17	170	/
Techo	78	53	22	76	0.411
Paredes (4)	68	72	18	193	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

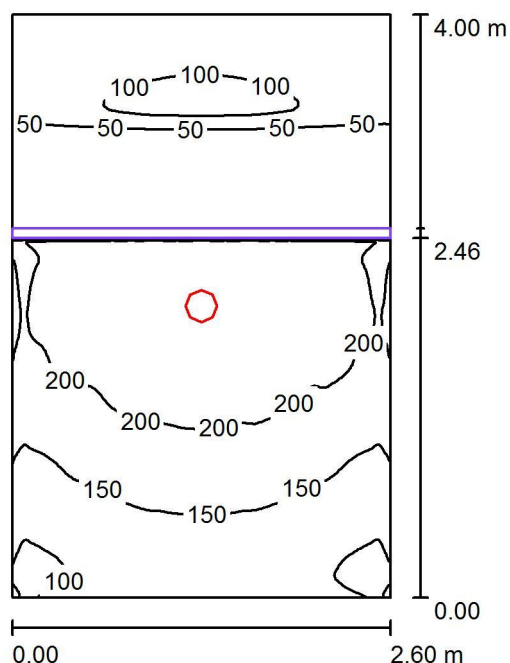
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips BBS490 (1.000)	1904	2045	35.0
Total:			1904	2045	35.0

Valor de eficiencia energética: $3.37 \text{ W/m}^2 = 2.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.40 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SD1 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	130	15	251	0.116
Pisos (2)	68	99	17	170	/
Techo	78	53	22	76	0.411
Paredes (4)	68	72	18	193	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

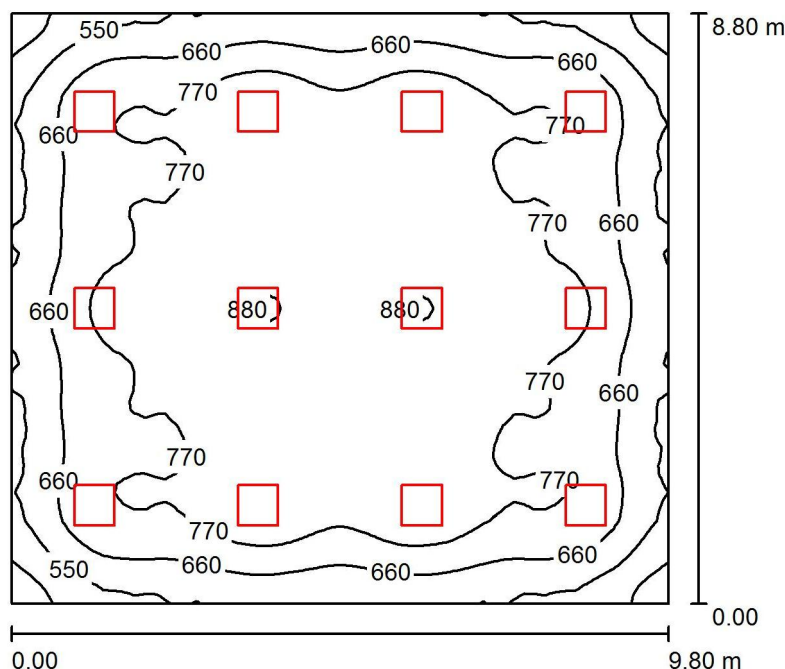
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips BBS490 (1.000)	1904	2045	35.0
Total:			1904	2045	35.0

Valor de eficiencia energética: $3.37 \text{ W/m}^2 = 2.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.40 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SE1 Y SE2 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:113

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	727	388	889	0.534
Suelo	68	672	379	843	0.564
Techo	78	346	205	427	0.592
Paredes (4)	50	398	223	639	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	14	17	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior	14	17	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

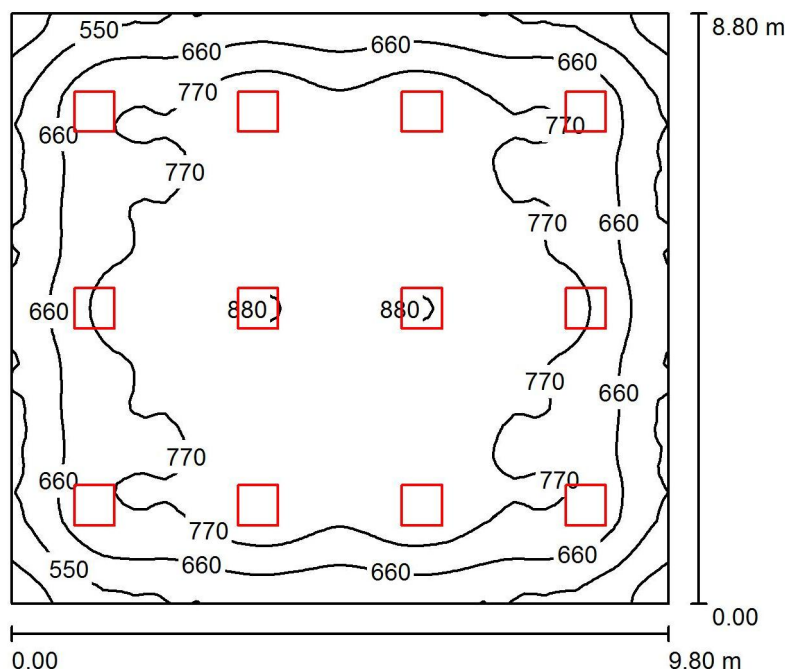
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			59695	59400	816.0

Valor de eficiencia energética: $9.46 \text{ W/m}^2 = 1.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 86.24 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SF1 Y SF2 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:113

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	727	388	889	0.534
Suelo	68	672	379	843	0.564
Techo	78	346	205	427	0.592
Paredes (4)	50	398	223	639	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	14	17	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior	14	17	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

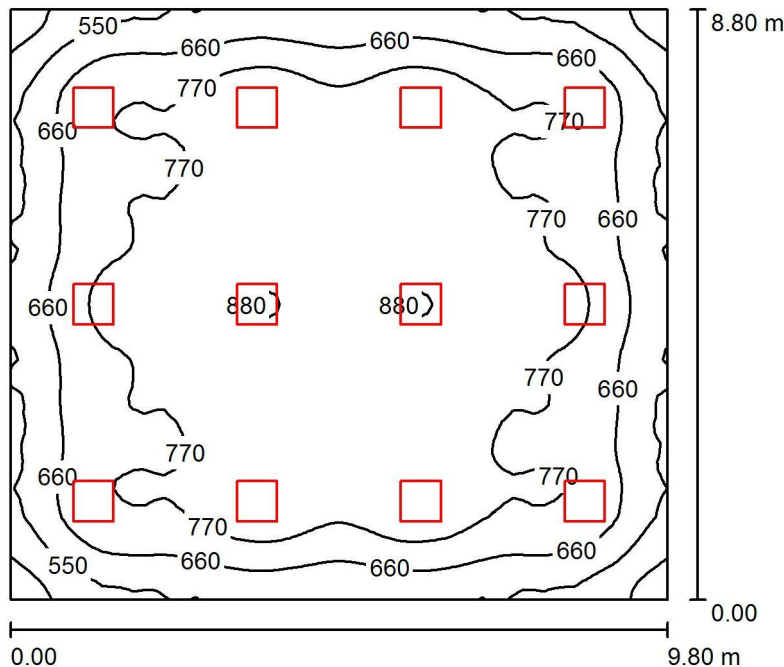
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			59695	59400	816.0

Valor de eficiencia energética: $9.46 \text{ W/m}^2 = 1.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 86.24 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SG1 Y SG2 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:113

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	727	388	889	0.534
Suelo	68	672	379	843	0.564
Techo	78	346	205	427	0.592
Paredes (4)	50	398	223	639	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 14
 Pared inferior 14
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

14

Tran

17

al eje de luminaria

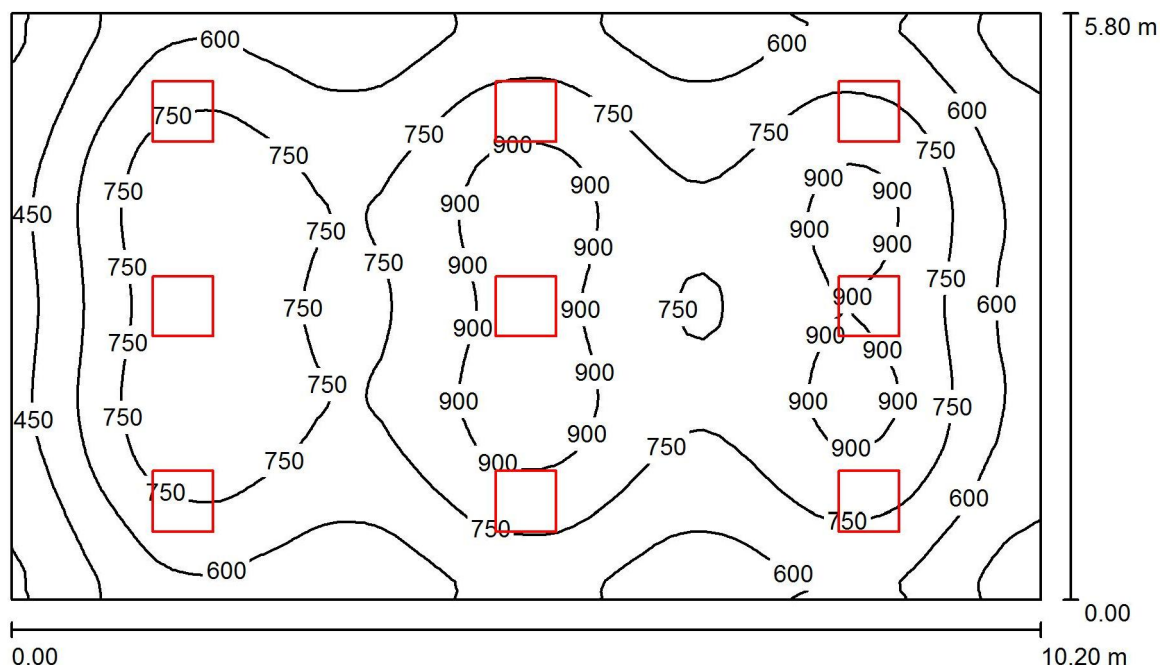
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			59695	59400	816.0

Valor de eficiencia energética: $9.46 \text{ W/m}^2 = 1.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 86.24 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SI / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	713	281	990	0.394
Suelo	78	648	288	876	0.445
Techo	78	316	111	424	0.351
Paredes (4)	42	394	163	682	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 14
 Pared inferior 14
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

14 17
 14 17

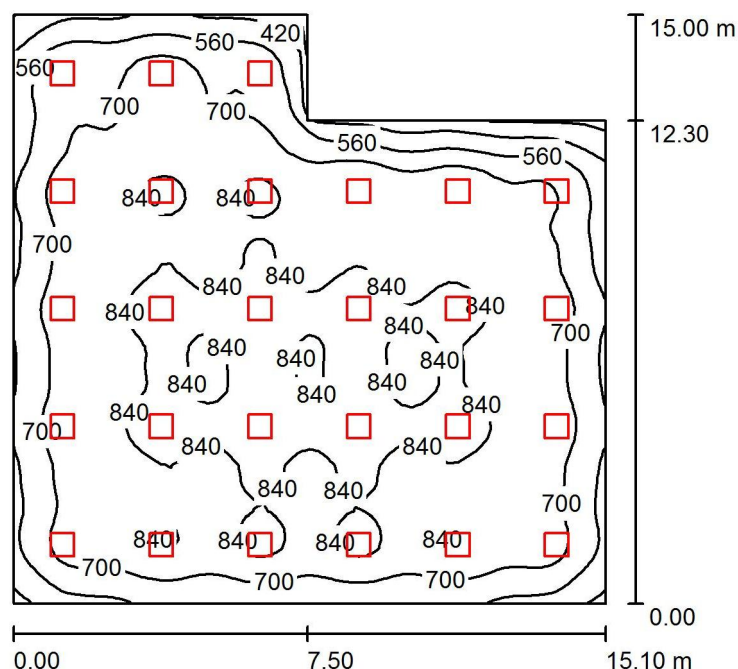
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			44771	44550	612.0

Valor de eficiencia energética: $10.34 \text{ W/m}^2 = 1.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 59.16 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION J / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:193

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	743	266	931	0.359
Suelo	68	699	274	885	0.392
Techo	78	379	164	498	0.433
Paredes (6)	37	394	155	659	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

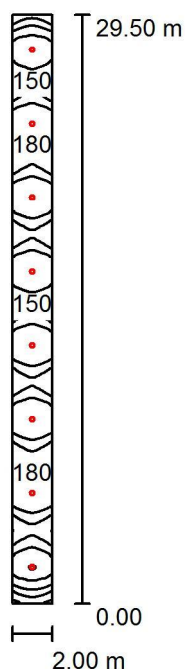
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	27	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			134314	133650	1836.0

Valor de eficiencia energética: $8.91 \text{ W/m}^2 = 1.20 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 205.98 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SK / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:380

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	169	88	201	0.522
Suelo	68	137	95	152	0.699
Techo	78	56	36	62	0.641
Paredes (4)	50	94	33	219	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

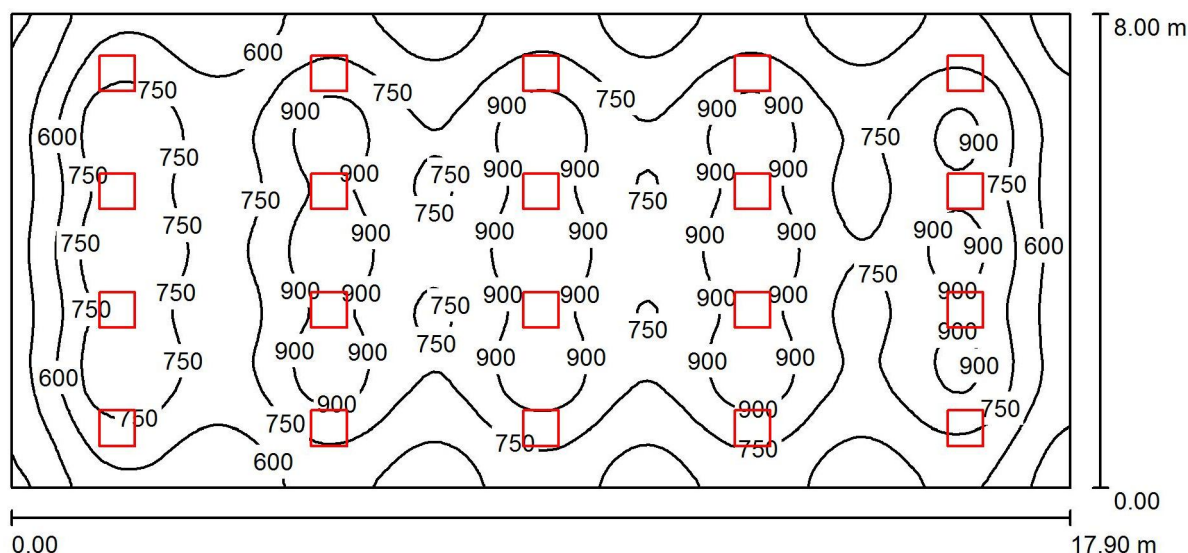
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	Philips BBS490 (1.000)	1904	2045	35.0
Total:			15235	16360	280.0

Valor de eficiencia energética: $4.75 \text{ W/m}^2 = 2.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 59.00 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION L / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:128

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	746	274	1014	0.367
Suelo	68	700	292	893	0.418
Techo	78	366	163	464	0.444
Paredes (4)	43	407	168	693	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 14
 Pared inferior 14
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

14
 14

Tran

17
 17

al eje de luminaria

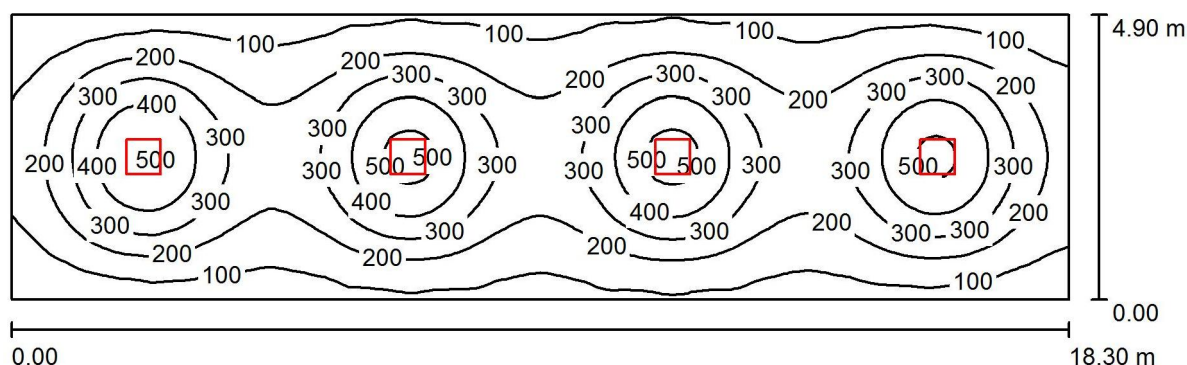
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			99492	99000	1360.0

Valor de eficiencia energética: $9.50 \text{ W/m}^2 = 1.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 143.20 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SM / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:131

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	235	37	531	0.159
Suelo	68	218	72	324	0.332
Techo	78	98	45	121	0.462
Paredes (4)	45	100	43	189	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	14	17	
Trama:	128 x 64 Puntos	Pared inferior	14	17	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

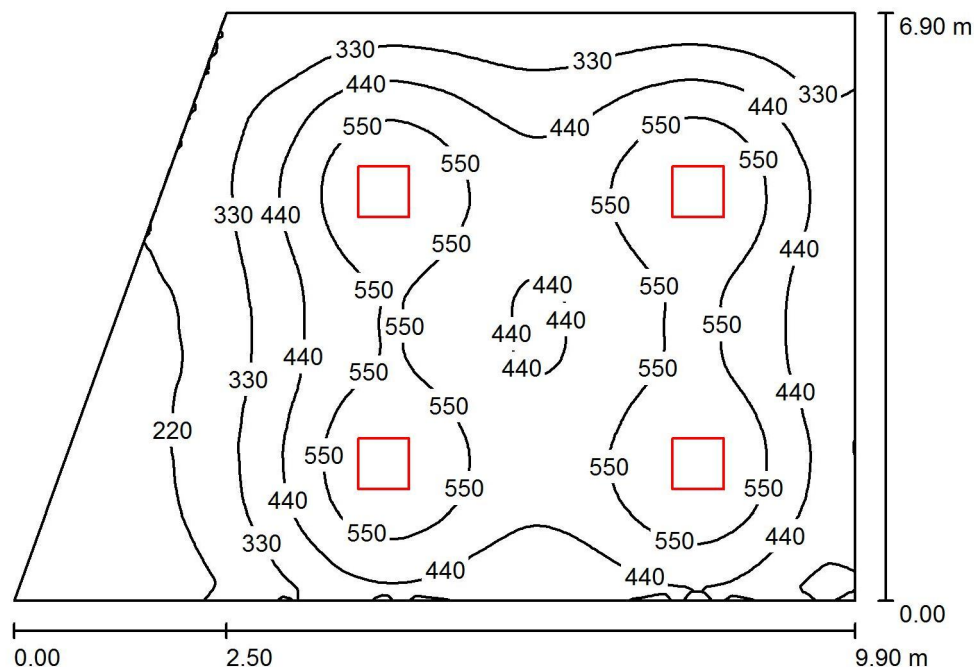
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			19898	19800	272.0

Valor de eficiencia energética: $3.03 \text{ W/m}^2 = 1.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 89.67 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SN / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:89

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	429	121	655	0.283
Suelo	68	405	141	551	0.347
Techo	78	234	138	279	0.588
Paredes (4)	78	243	132	383	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

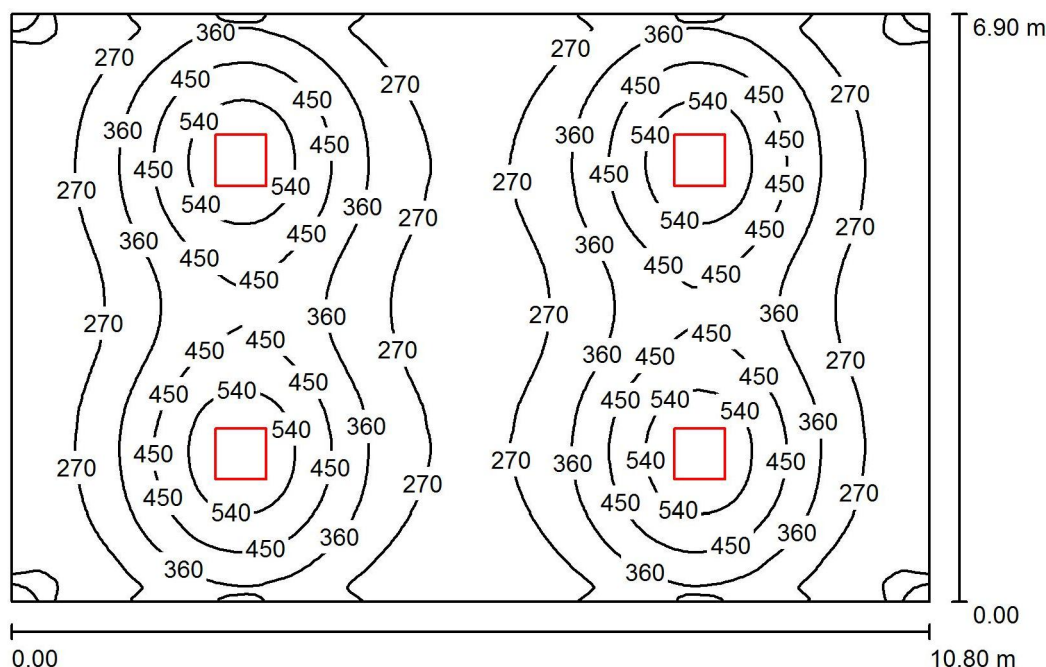
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			19898	19800	272.0

Valor de eficiencia energética: $4.56 \text{ W/m}^2 = 1.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 59.69 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SÑ / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:89

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	351	160	604	0.456
Suelo	68	332	204	444	0.615
Techo	78	193	140	216	0.724
Paredes (4)	78	203	141	325	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 14
 Pared inferior 14
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

14

14

Tran

17

17

al eje de luminaria

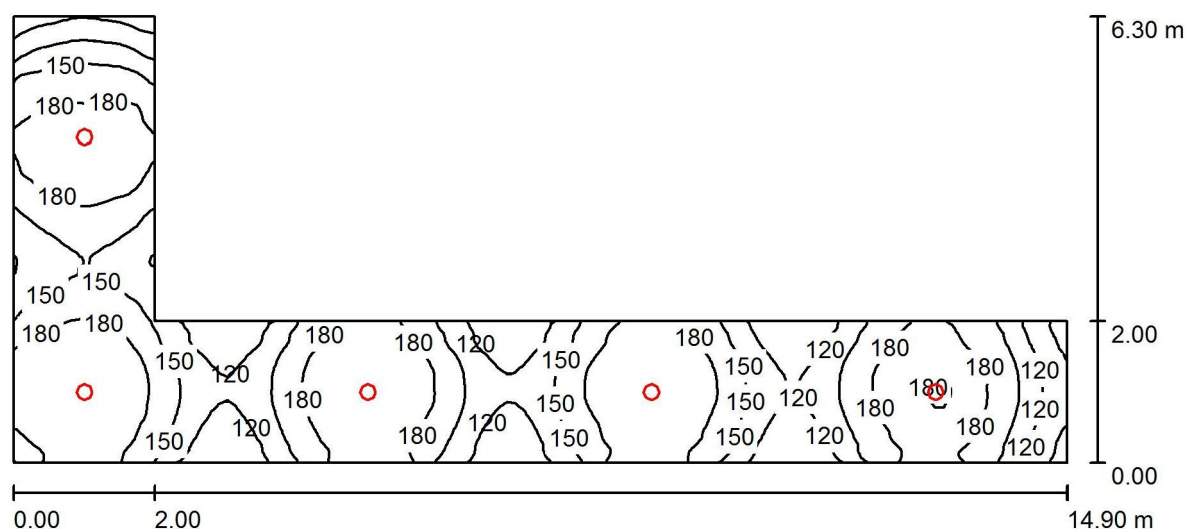
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			19898	19800	272.0

Valor de eficiencia energética: $3.65 \text{ W/m}^2 = 1.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 74.52 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SO / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:107

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	158	74	200	0.469
Suelo	68	126	78	150	0.621
Techo	78	50	26	61	0.528
Paredes (6)	48	86	24	215	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

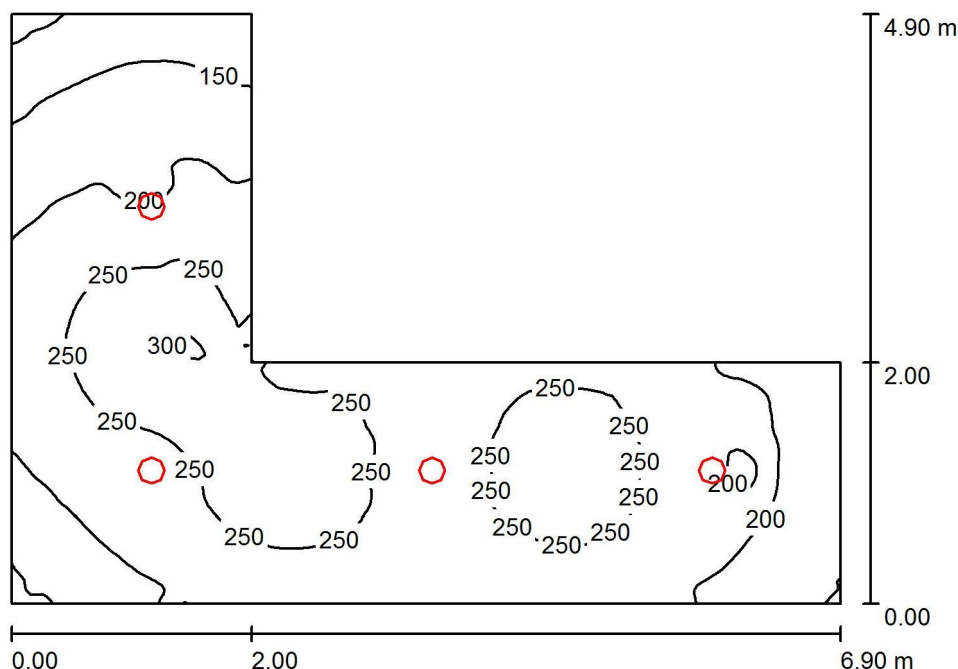
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	Philips BBS490 (1.000)	1904	2045	35.0
Total:			9522	10225	175.0

Valor de eficiencia energética: $4.56 \text{ W/m}^2 = 2.88 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 38.40 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SP / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:63

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	221	89	306	0.401
Suelo	20	167	97	234	0.578
Techo	75	38	24	47	0.633
Paredes (6)	50	92	23	271	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

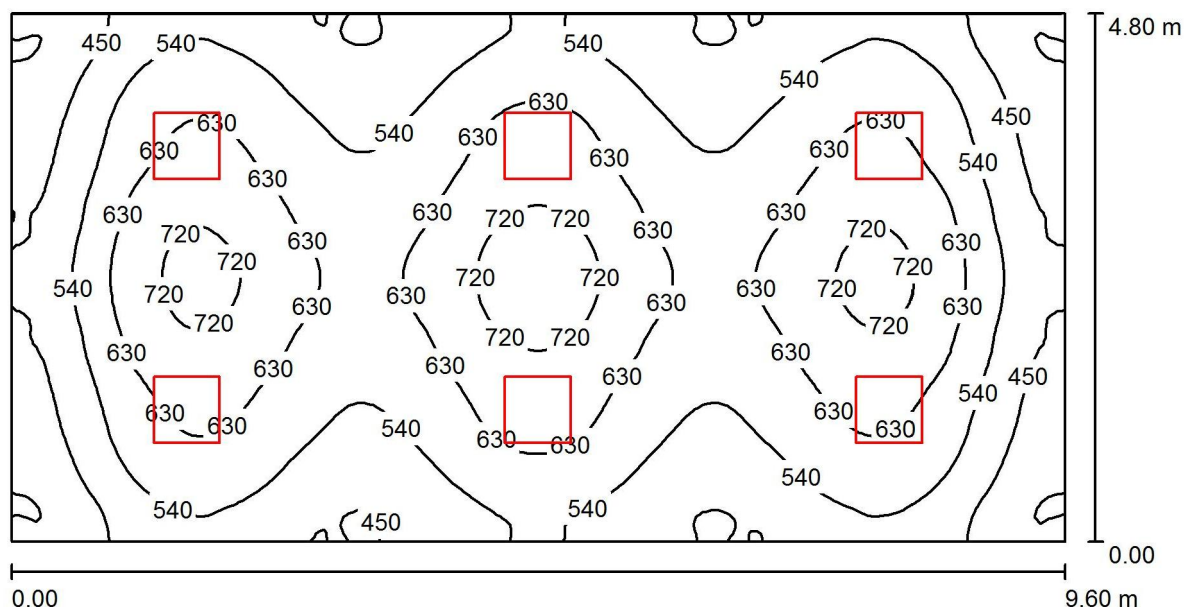
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips BBS490 (1.000)	1904	2045	35.0
Total:			7618	8180	140.0

Valor de eficiencia energética: $7.14 \text{ W/m}^2 = 3.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 19.60 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SQ1 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:69

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	571	340	762	0.595
Suelo	27	521	315	665	0.605
Techo	78	162	125	181	0.771
Paredes (4)	78	243	120	393	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 14
 Pared inferior 14
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

14

Tran

17

al eje de luminaria

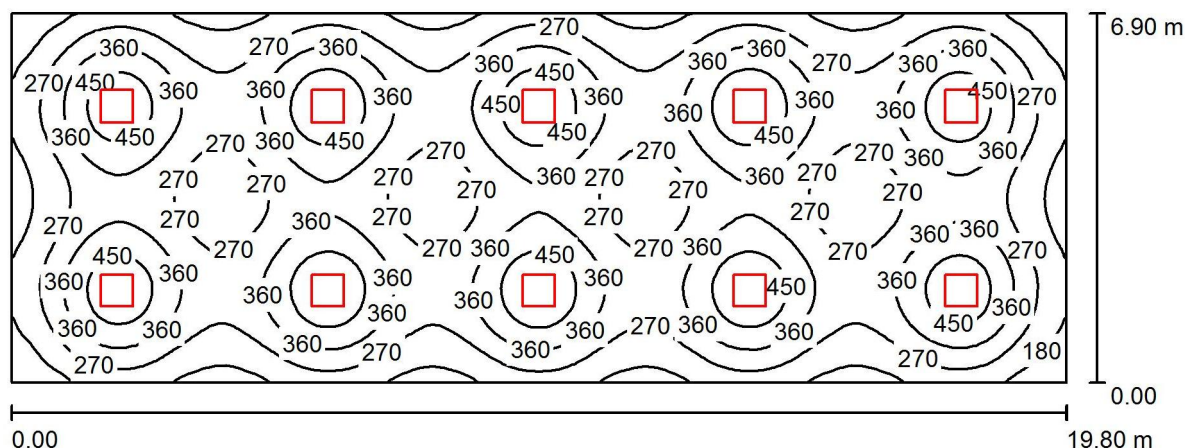
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			29847	29700	408.0

Valor de eficiencia energética: $8.85 \text{ W/m}^2 = 1.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 46.08 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SQ2 Y SQ3 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:142

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	321	105	511	0.326
Suelo	27	295	153	389	0.518
Techo	78	67	45	78	0.663
Paredes (4)	50	104	44	191	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 14
 Pared inferior 14
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

14
 14

Tran

17
 17

al eje de luminaria

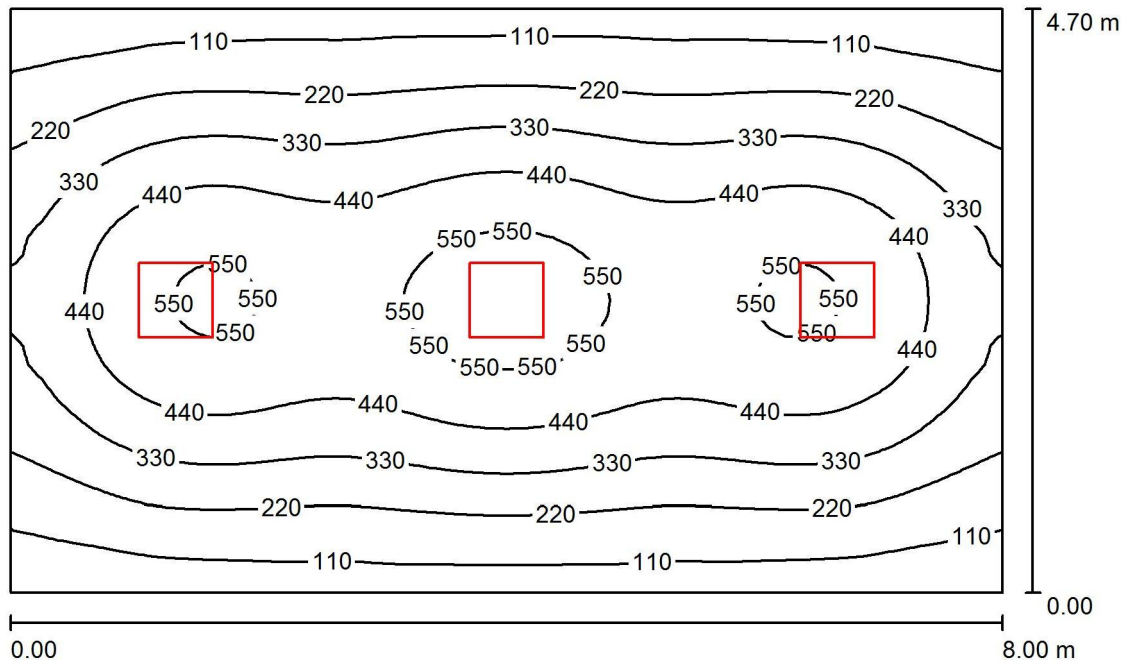
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			49746	49500	680.0

Valor de eficiencia energética: $4.98 \text{ W/m}^2 = 1.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 136.62 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SR / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:61

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	326	61	602	0.187
Suelo	27	290	130	412	0.448
Techo	78	58	40	68	0.690
Paredes (4)	50	92	40	322	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	14	17	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior	14	17	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

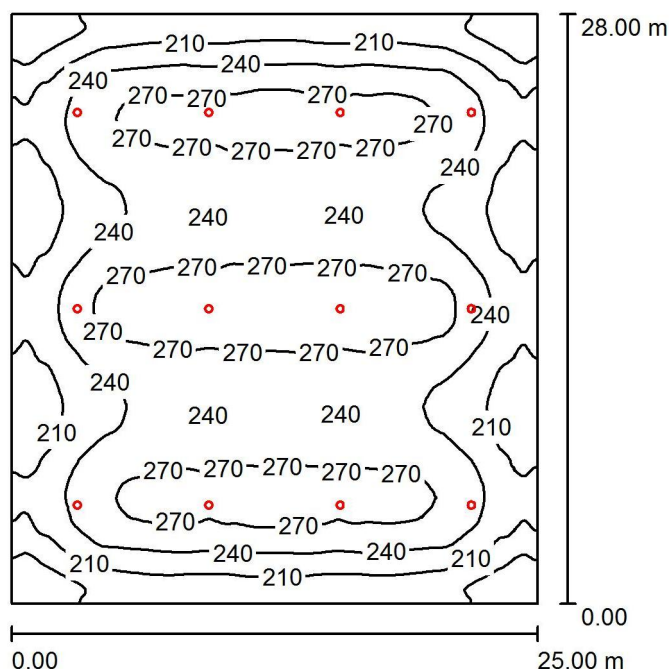
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips TBS460 3x20W D8-VH (1.000)	4975	4950	68.0
Total:			14924	14850	204.0

Valor de eficiencia energética: $5.43 \text{ W/m}^2 = 1.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 37.60 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION ST / Output en hoja simple



Altura del local: 7.000 m, Altura de montaje: 7.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:360

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	240	145	292	0.603
Suelo	27	234	145	273	0.621
Techo	80	71	55	78	0.765
Paredes (4)	79	111	58	213	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 26
 Pared inferior 26
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

26 26
 26 26

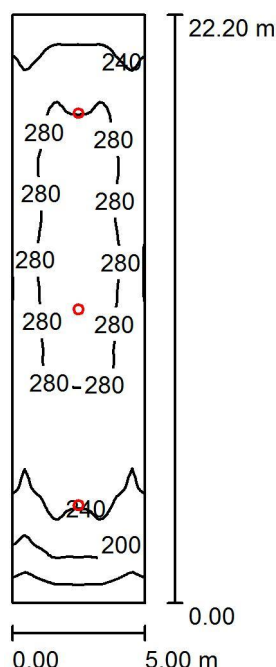
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips MPK380 P-WB +GPK380 R D350 +GC (1.000)	15380	23000	273.0
Total:			184558	276000	3276.0

Valor de eficiencia energética: $4.68 \text{ W/m}^2 = 1.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 700.00 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION U1 / Output en hoja simple



Altura del local: 7.000 m, Altura de montaje: 7.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:286

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	256	126	300	0.491
Suelo	27	234	122	274	0.522
Techo	78	97	42	122	0.439
Paredes (4)	73	157	45	339	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	26	26	
Trama:	32 x 128 Puntos	Pared inferior	26	26	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

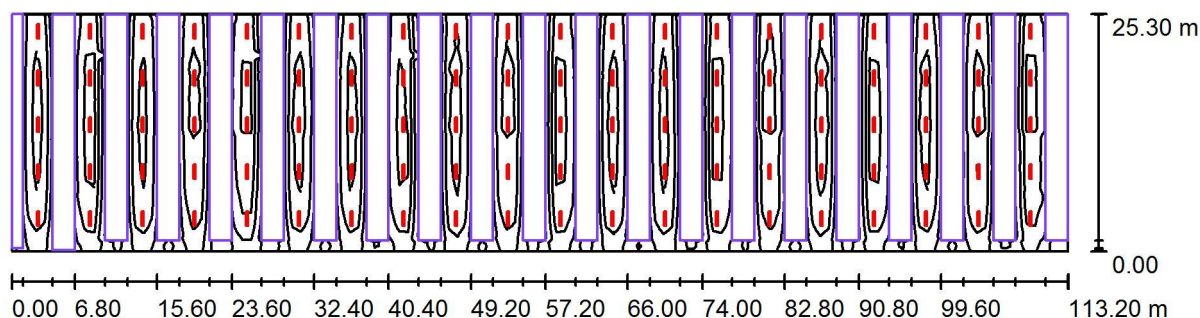
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips MPK380 P-WB +GPK380 R D350 +GC (1.000)	15380	23000	273.0
Total:			46140	69000	819.0

Valor de eficiencia energética: $7.38 \text{ W/m}^2 = 2.88 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 111.00 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono 699804643
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SV / Output en hoja simple



Altura del local: 7.000 m, Altura de montaje: 6.400 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:810

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	203	6.84	287	0.034
Suelo	27	209	28	290	0.136
Techo	80	39	21	65	0.543
Paredes (4)	80	91	24	515	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

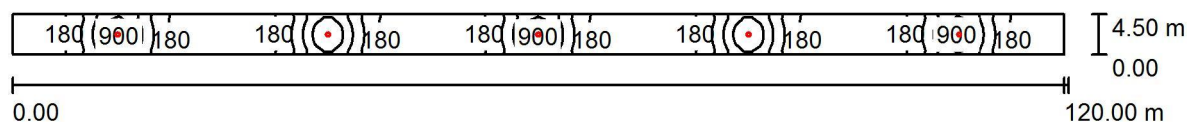
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	100	Philips TMX400 2x58W F32 +GMX470 C-NB (1.000)	7475	10400	110.0
Total:			747535	1040000	11000.0

Valor de eficiencia energética: $3.84 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2863.96 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SV11 / Output en hoja simple



Altura del local: 7.000 m, Altura de montaje: 7.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:858

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	296	54	927	0.182
Suelo	27	278	61	745	0.218
Techo	80	103	51	187	0.495
Paredes (4)	80	159	45	849	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

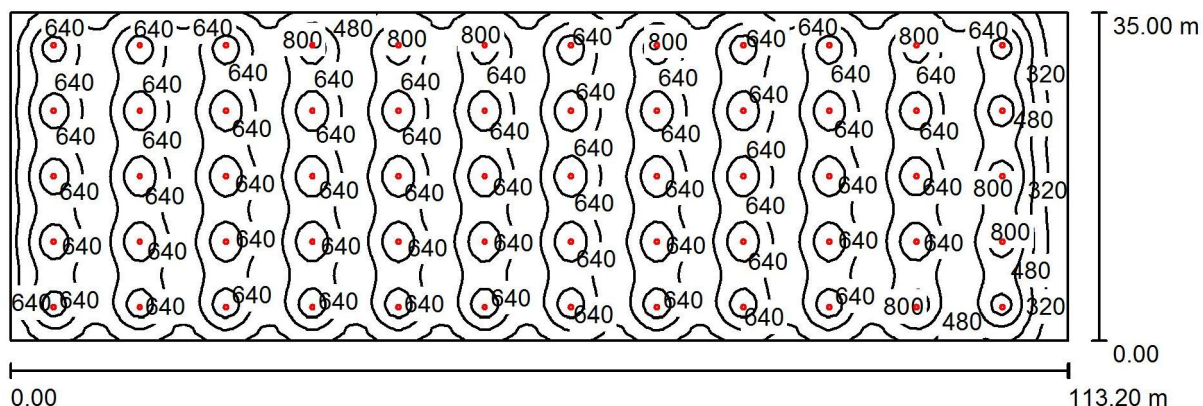
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	Philips HPK380 P-MB +GPK380 R D465 +GC (1.000)	43902	55500	431.0
Total:			219512	277500	2155.0

Valor de eficiencia energética: $3.99 \text{ W/m}^2 = 1.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 540.00 m^2)

Proyecto elaborado por David Lopez Ortega
 Teléfono
 Fax
 e-Mail lopez.ortega.david@gmail.com

ILUMINACION SW / Output en hoja simple



Altura del local: 7.000 m, Altura de montaje: 7.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:810

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	653	180	972	0.276
Suelo	27	647	217	858	0.336
Techo	80	177	112	196	0.630
Paredes (4)	80	235	118	439	/

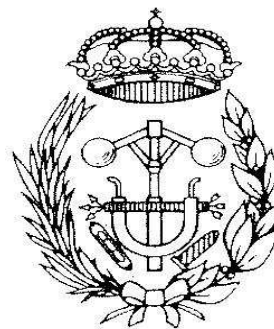
Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	60	Philips HPK380 P-MB +GPK380 R D465 +GC (1.000)	43902	55500	431.0
Total:			2634140	3330000	25860.0

Valor de eficiencia energética: $6.53 \text{ W/m}^2 = 1.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3962.00 m^2)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL”

DOCUMENTO Nº 3: PLANOS

Alumno: David López Ortega

Tutor: Amaia Pérez Ezkurdia

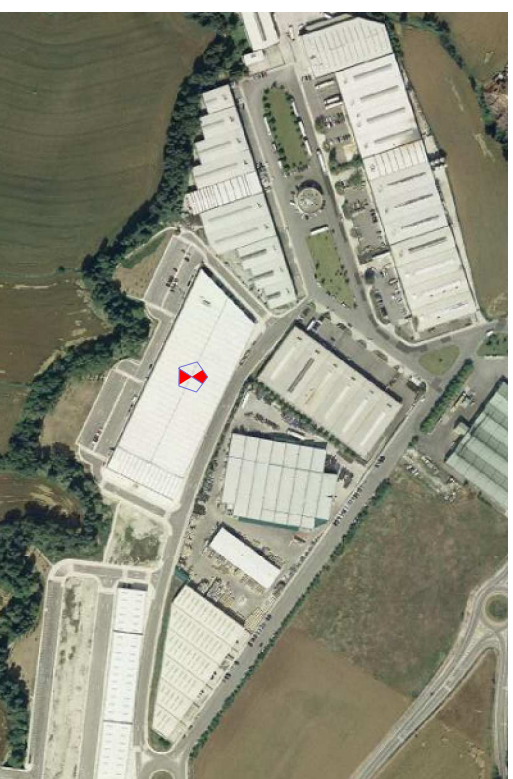
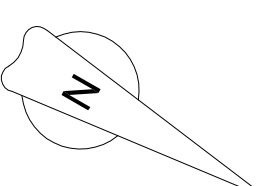
Pamplona, Junio 2014




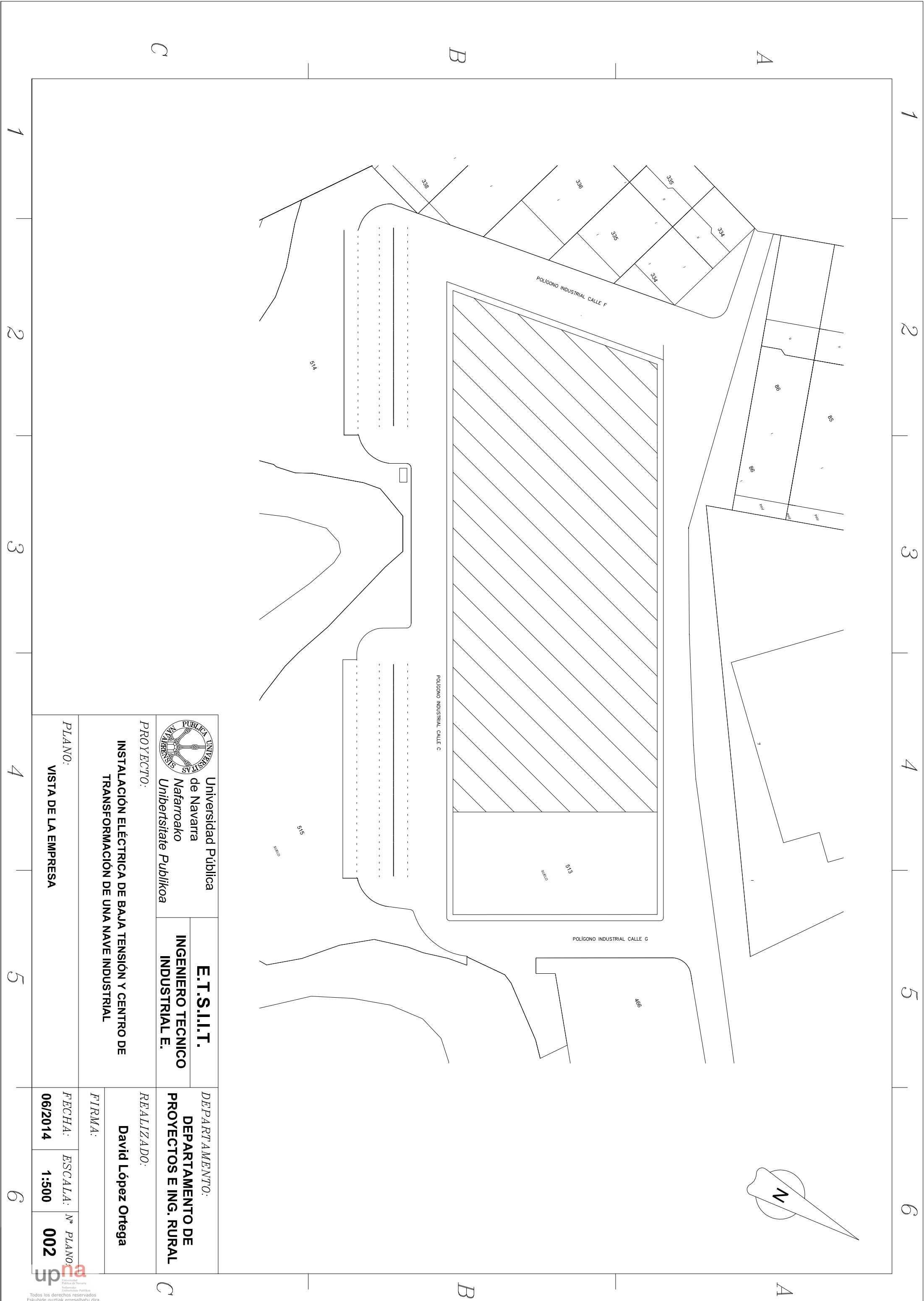
3. PLANOS:


ÍNDICE:

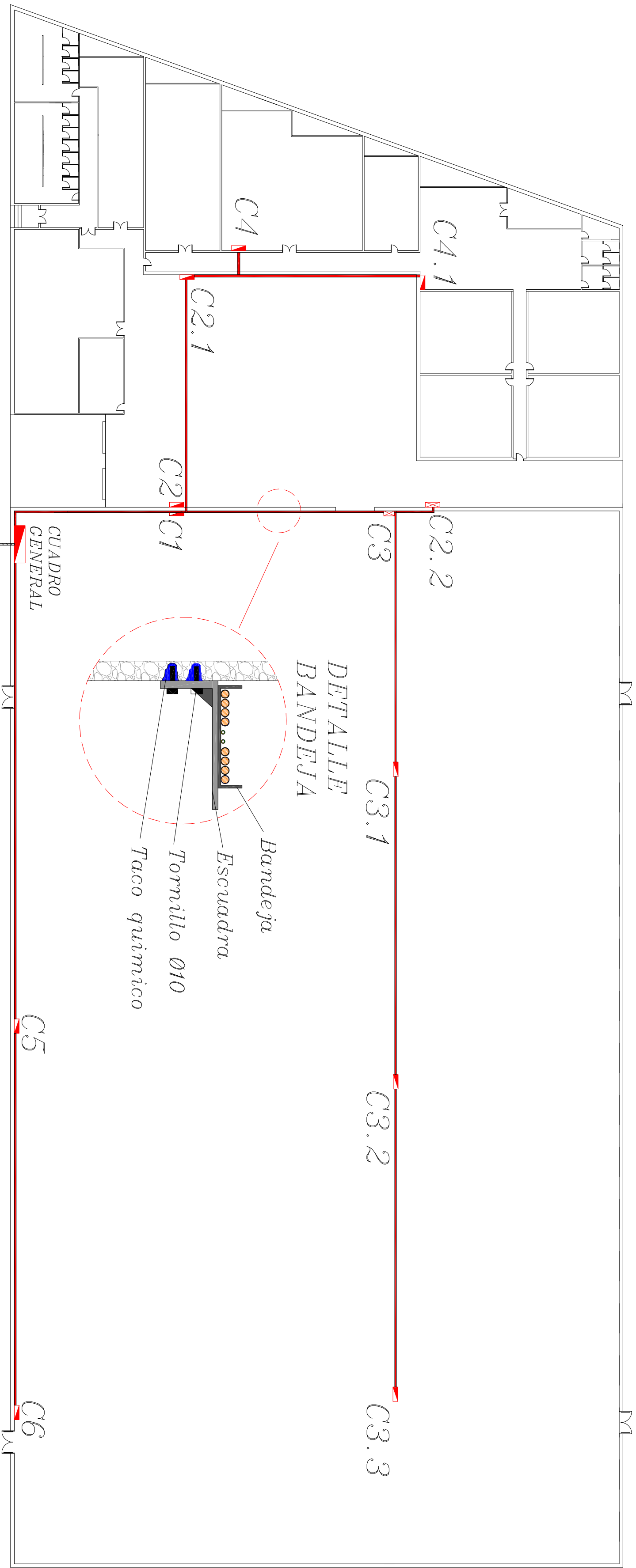
3.1 LOCALIZACION	1
3.2 VISTA DE LA NAVE	2
3.3 DIVISION DE ZONAS Y LOCALIZACION DE MAQUINARIA.....	3
3.4 DISTRIBUCION DE CUADROS Y CANALIZACIONES	3
3.5 ILUMINACION INTERIOR	5
3.6 ILUMINACION DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION	6
3.7 DISTRIBUCIÓN DE LAS TOMAS DE CORRIENTE	7
3.8 TIERRA DE LA INSTALACION	8
3.9 VISTA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION	9
3.10 TIERRAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACION	10
3.11 ESQUEMA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.....	11
3.12ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS	12
3.13 CUADRO GENERAL.....	13
3.14 CUADRO AUXILIAR 1	14
3.15 CUADRO AUXILIAR 2.....	15
3.16 CUADRO AUXILIAR 2.1	16
3.17 CUADRO AUXILIAR 2.2	17
3.18 CUADRO AUXILIAR 3	18
3.19 CUADROS AUXILIARES 3.1, 3.2, 3.3	19
3.20 CUADRO AUXILIAR 4	20
3.21 CUADRO AUXILIAR 4.1	21
3.22 CUADRO AUXILIAR 5	22
3.23 CUADRO AUXILIAR 6	23
3.24 ENCENDIDOS LUMINARIAS CUADRO AUX. C1	24
3.25 ENCENDIDOS LUMINARIAS CUADRO AUX. C2	25
3.26 ENCENDIDOS LUMINARIAS CUADRO AUX. C2.1	26
3.27 ENCENDIDOS LUMINARIAS CUADRO AUX. C2.2	27
3.28 ENCENDIDOS LUMINARIAS CUADRO AUX. C3	28
3.29 ENCENDIDOS LUMINARIAS CUADRO AUX. C5	29
3.30 ENCENDIDOS LUMINARIAS CUADRO AUX. C6	30



 <p> Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa </p>	E.T.S.I.I.T.		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO:	REALIZADO:		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL	David López Ortega		
PLANO:	FIRMA:		
LOCALIZACION DE LA EMPRESA	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
06/2014	S/E	001	



<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div>		
<div>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL</div>		<div>REALIZADO: David López Ortega</div>		<div>FIRMA:</div>		
<div>PLANO: VISTA DE LA EMPRESA</div>		<div>FECHA: 06/2014</div>		<div>ESCALA: 1:500</div>		<div>Nº PLANO: 002</div>

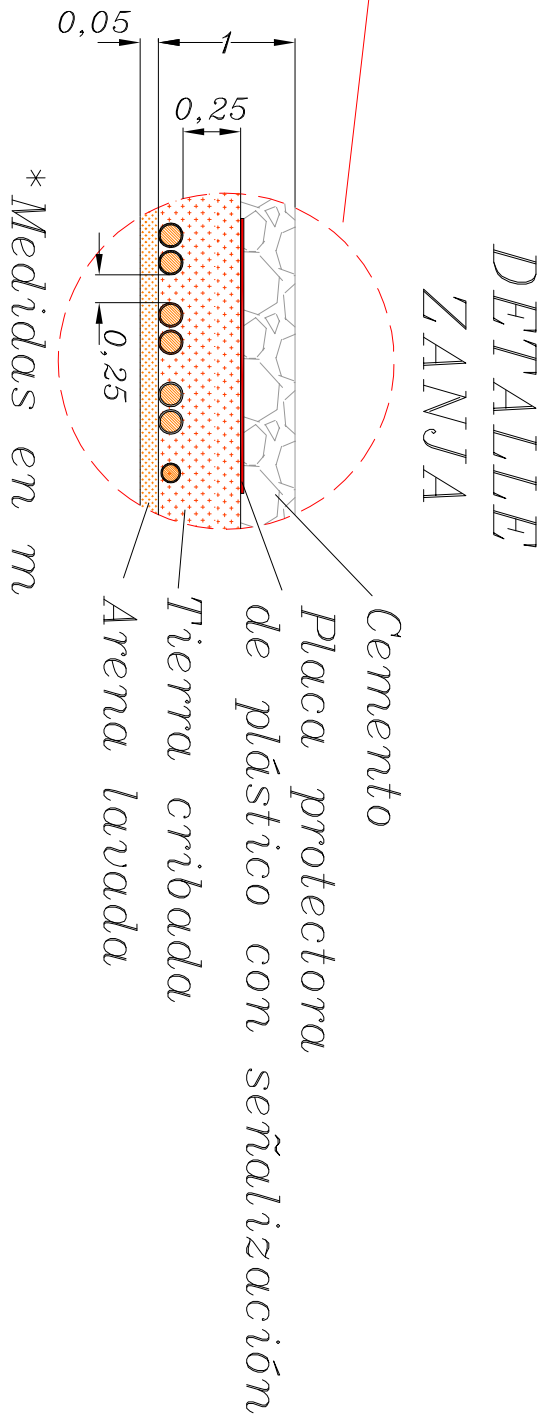


DIVISION DE CUADROS

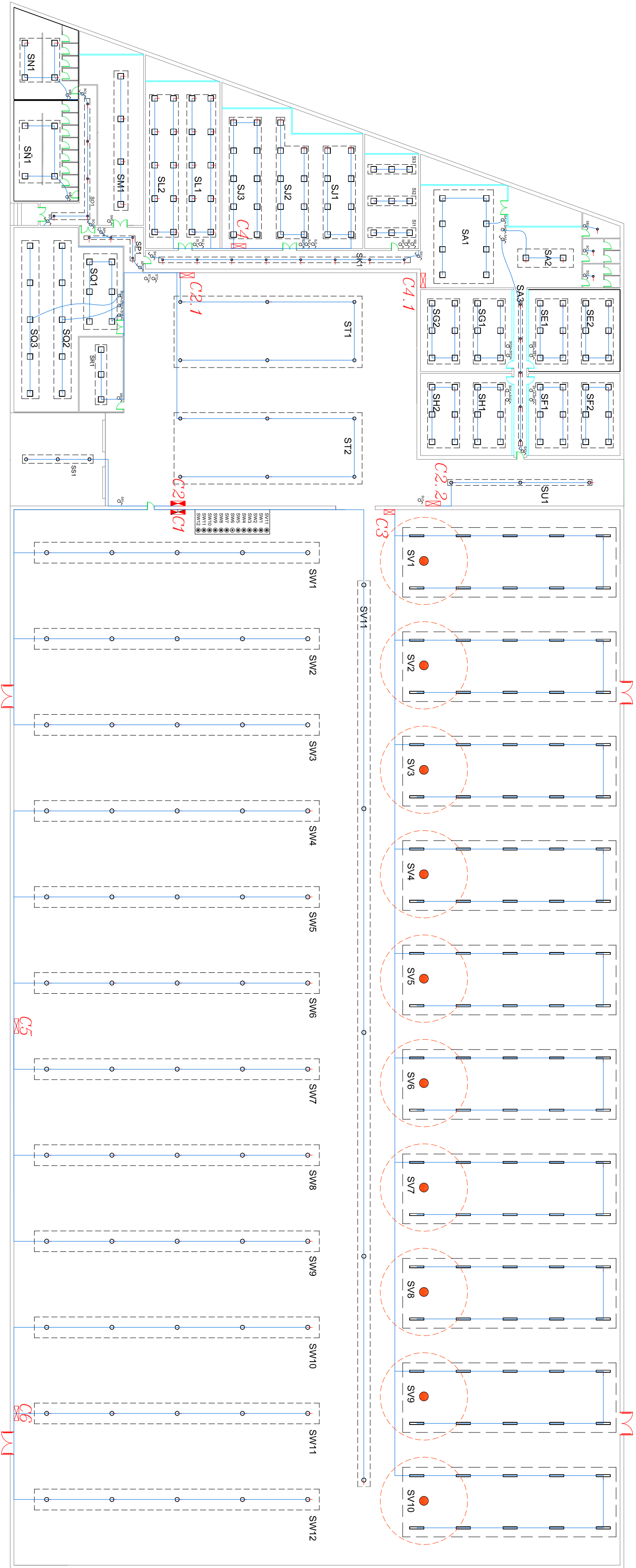
C1	CUADRO AUX.C1
C2	CUADRO AUX.C2
C2.1	SUB-CUADRO AUX.C2.1
C2.2	SUB-CUADRO AUX.C2.2
C3	CUADRO AUX.C1
C3.1	SUB-CUADRO AUX.C3.1
C3.2	SUB-CUADRO AUX.C3.2
C3.3	SUB-CUADRO AUX.C3.3
C4	CUADRO AUX.C4
C4.1	SUB-CUADRO AUX.C4.1
C5	CUADRO AUX.C5
C6	CUADRO AUX.C6
CT	CENTRO TRANSFORMACION

LEYENDA:

	CANALIZACION ENTERRADA
	BANDEJA PORTACABLES 600X100 , ALTURA MONTAJE 3m
	ARMARIO ELECTRICO



		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
de Navarra		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		PROYECTOS E ING. RURAL	
Nafarroako					
Unibertsitate Publikoa				REALIZADO:	
PROYECTO:		INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL		David López Ortega	
PLANO:		DISTRIBUCION DE CUADROS Y CANALIZACIONES		FIRMA:	
				FECHA:	
				06/2014	
				ESCALA:	
				1:300	
				Nº PLANO:	
				004	



LEYENDA:

	Philips TBS460 3x20W D8-VH, Altura de montaje 2,5m
	Philips TBS460 3x20W D8-VH, Altura de montaje 2,5m
	Philips TBS460 3x20W D8-VH, Altura de montaje 2,5m
	Philips TBS460 3x20W D8-VH, Altura de montaje 3,5m
	Mecanismo Pulsador
	Mecanismo Interruptor
	Mecanismo Conmutador
	Sensor Presencia

Universidad Pública de Navarra

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:

David López Ortega

PLANO:

ILUMINACION INTERIOR

FECHA:

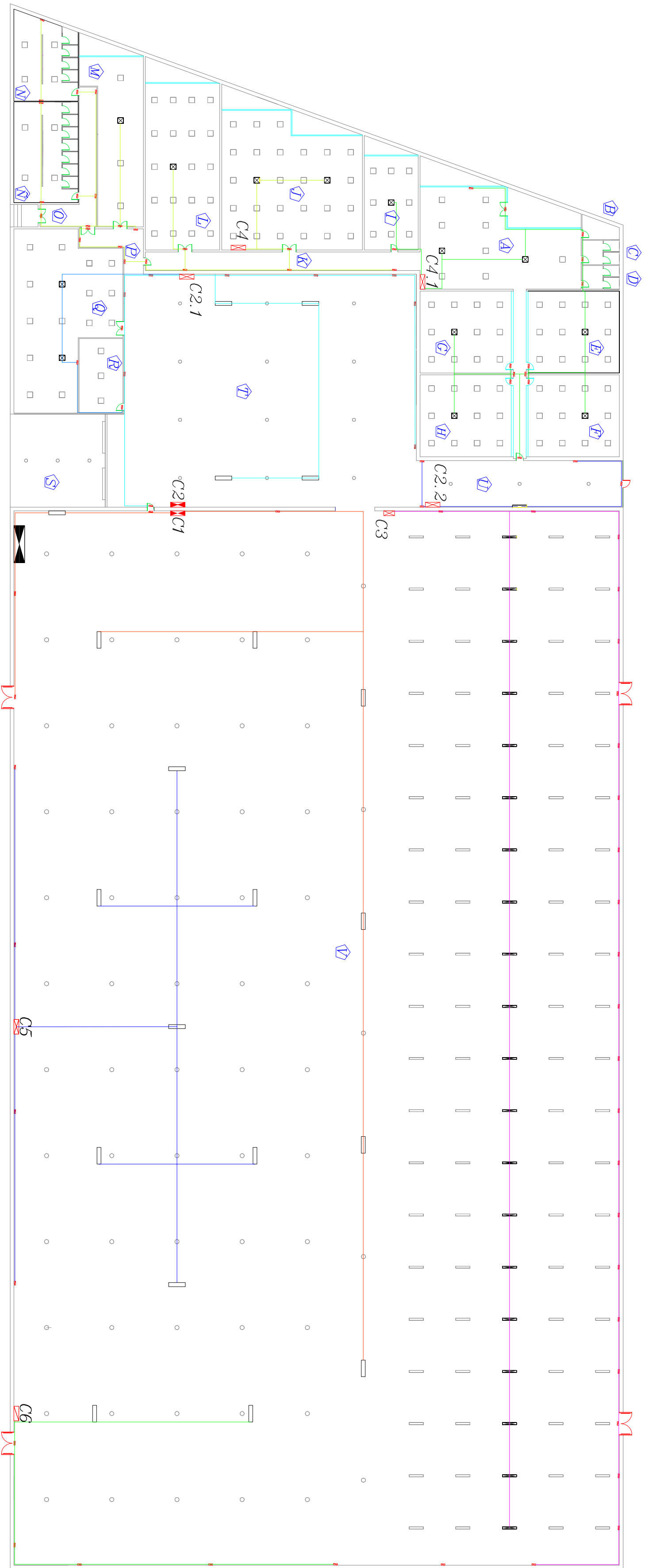
06/2014

ESCALA:

1:300

Nº PLANO:

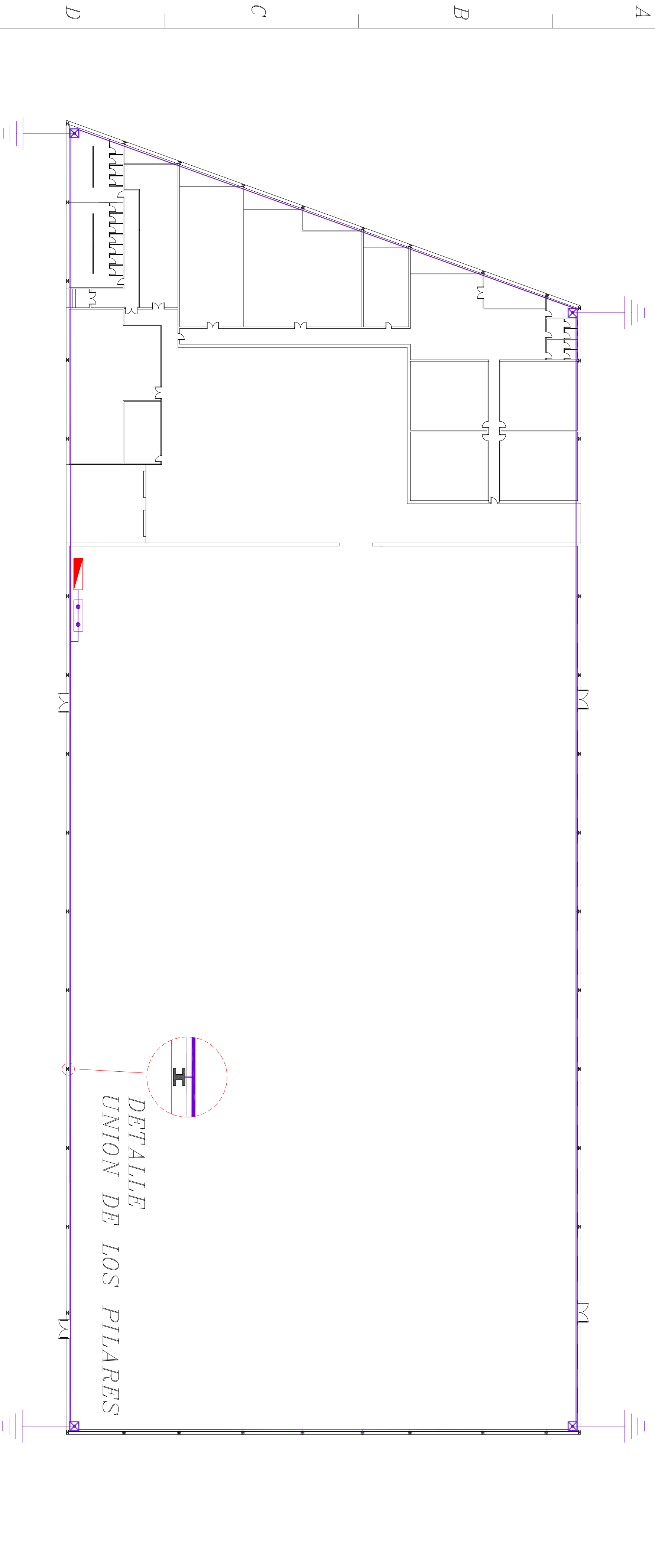
005



LEYENDA:

	KIT DE EMERGENCIA	LEGRAND TUBO 20W	Altura de montaje 2,5m
	KIT DE EMERGENCIA	LEGRAND TUBO 58W	Altura de montaje 2,5m
	LUMINARIA ETAP	K313_14N2_EL_ZONDER	Altura de montaje 5m
	LUMINARIA ETAP	K132_6N-E+_KIEGO	Altura de montaje 2m

		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
Universidad Pública de Navarra		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		David López Ortega	
Návarroakoa		Unibertsitate Publikoa		FIRMA:	
PROYECTO:		INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL		FECHA:	
PLAN0:		ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION		ESCALA:	
				Nº PLANO:	
				006	



LEYENDA:

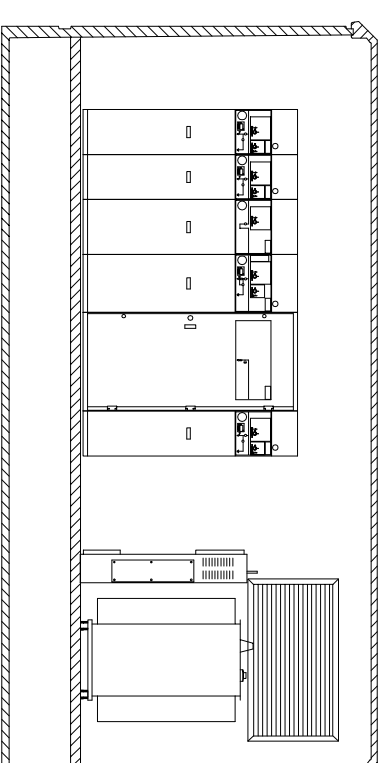
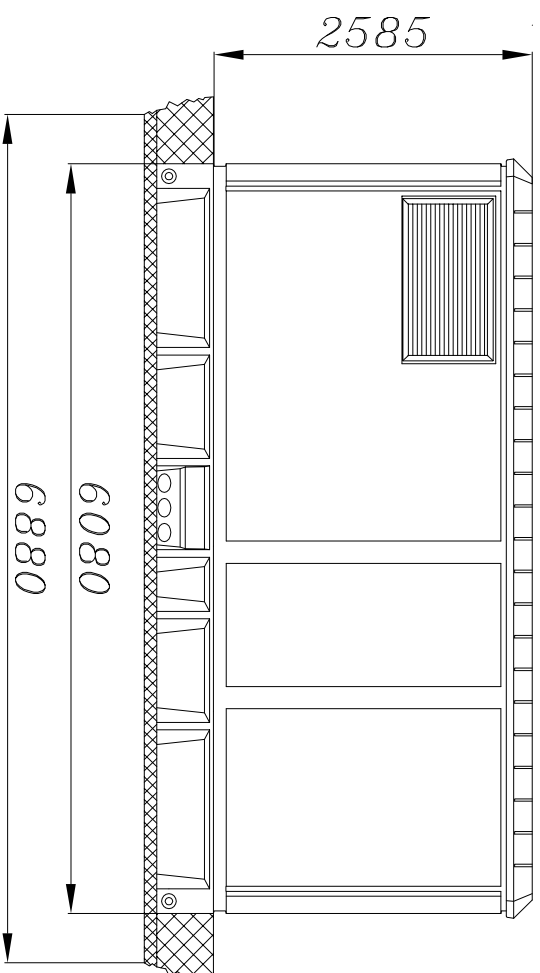
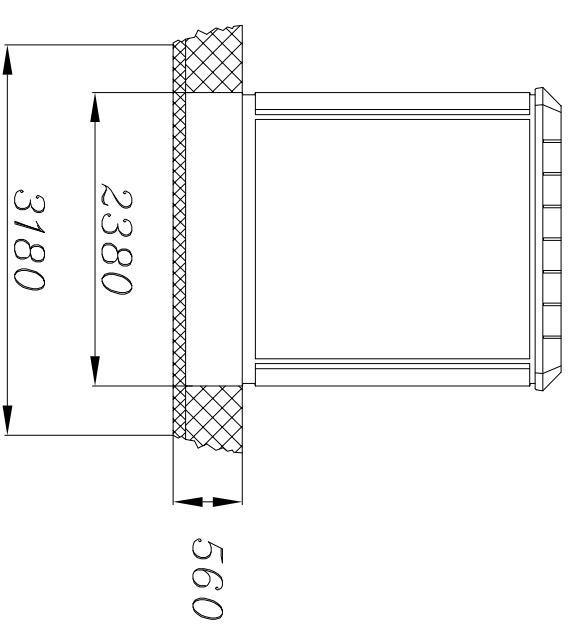
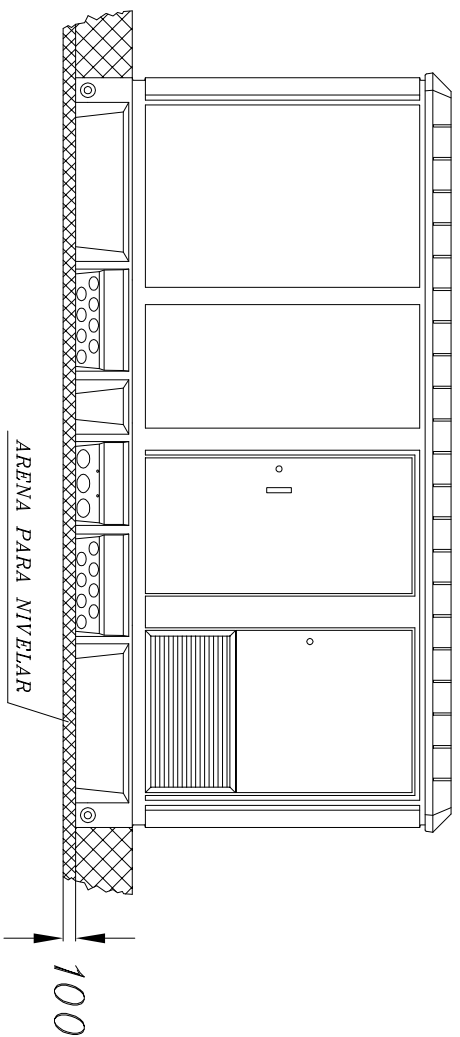
	ARQUETA DE REGISTRO
	CONDUCTOR DESNUDO $\varnothing 50mm$
	CUADRO GENERAL DISTRIBUCION
	CAJA DE SECCIONAMIENTO DE LA TIERRA
	PICA DE COBRE DE 2m

CT

NOTA:


- Los pilares de la estructura metálica irán unidos al conductor de tierra mediante soldadura aluminotérmica.
- El anillo de tierra estará enterrado a 0,8 m de profundidad, se unirá al cuadro general de distribución.

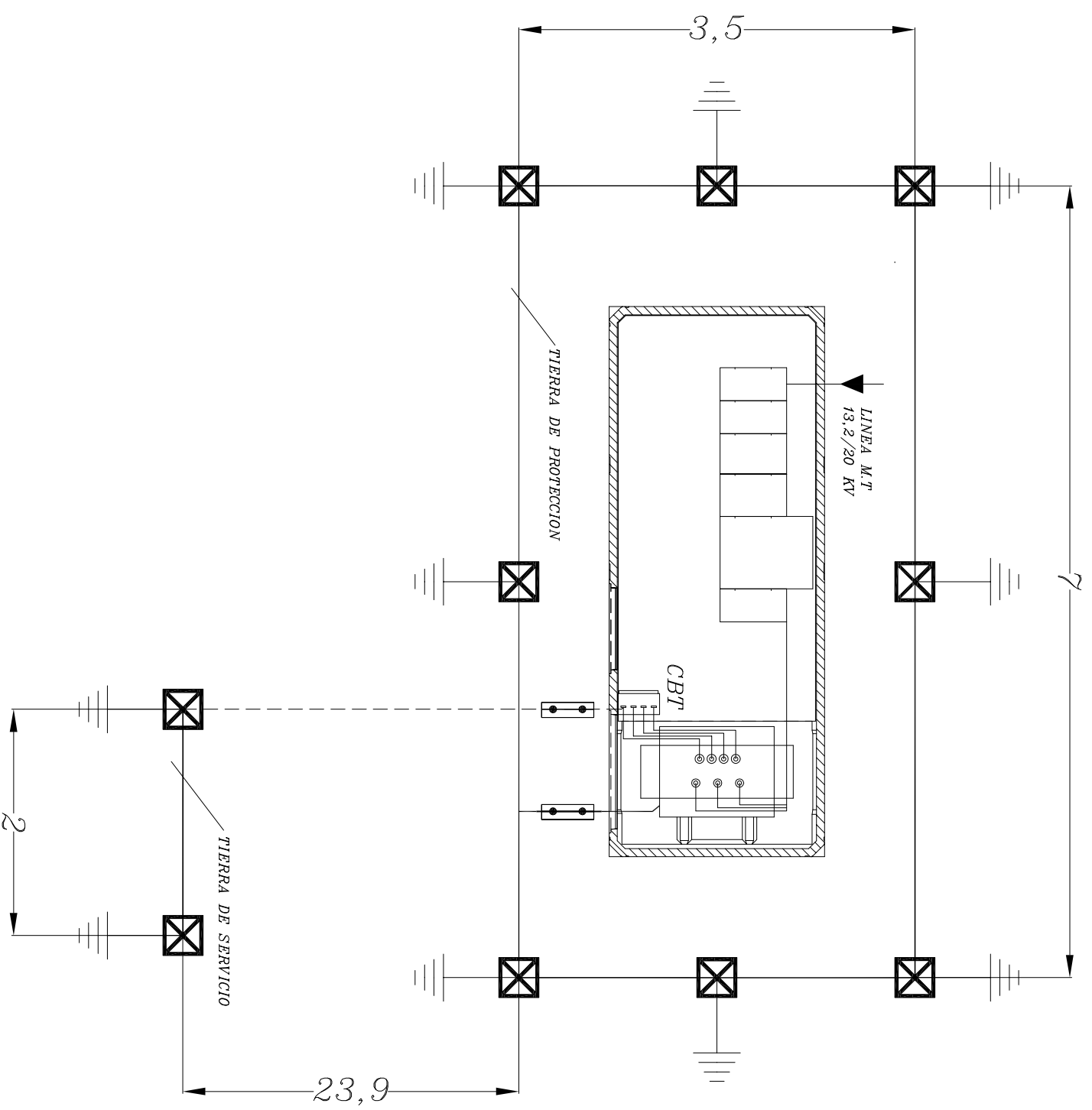
		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO: PROYECTOS E ING. RURAL	
Proyecto: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: David López Ortega			
Plano: SISTEMA DE TIERRAS DE LA INSTALACION		FECHA: 06/2014		ESCALA: 1:300	
		Nº PLANO: 008			








SECCION VISTA INTERIOR


**MEDIDAS EN mm*

 <p> Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa </p>	<p align="center"> E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E. </p>	
	<p align="center"> <i>DEPARTAMENTO:</i> DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL </p>	
<p> PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL </p>	<p align="center"> <i>REALIZADO:</i> David López Ortega </p>	
<p> <i>PLANO:</i> VISTA CENTRO DE TRANSFORMACION </p>	<p> <i>FIRMA:</i> </p>	<p> <i>FECHA:</i> 06/2014 <i>ESCALA:</i> S/E <i>Nº PLANO:</i> 009 </p>





LEYENDA

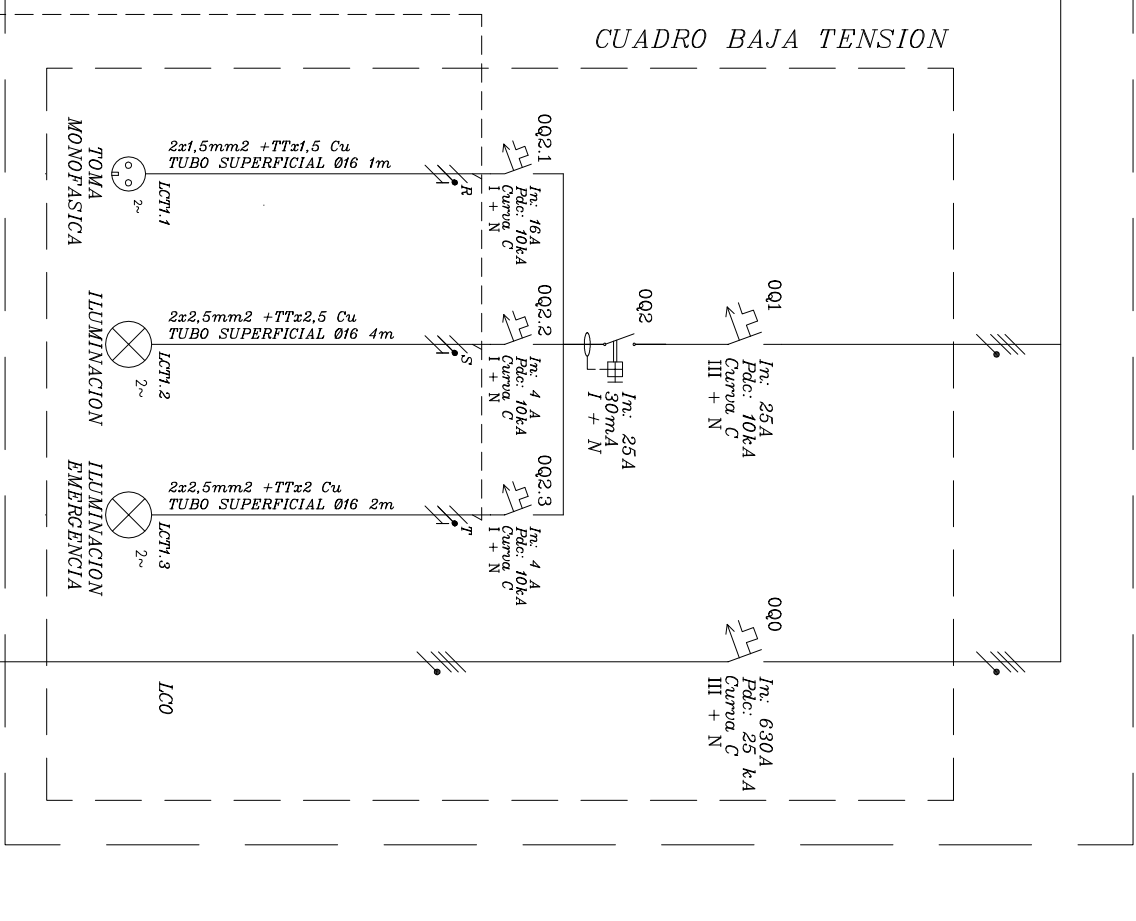
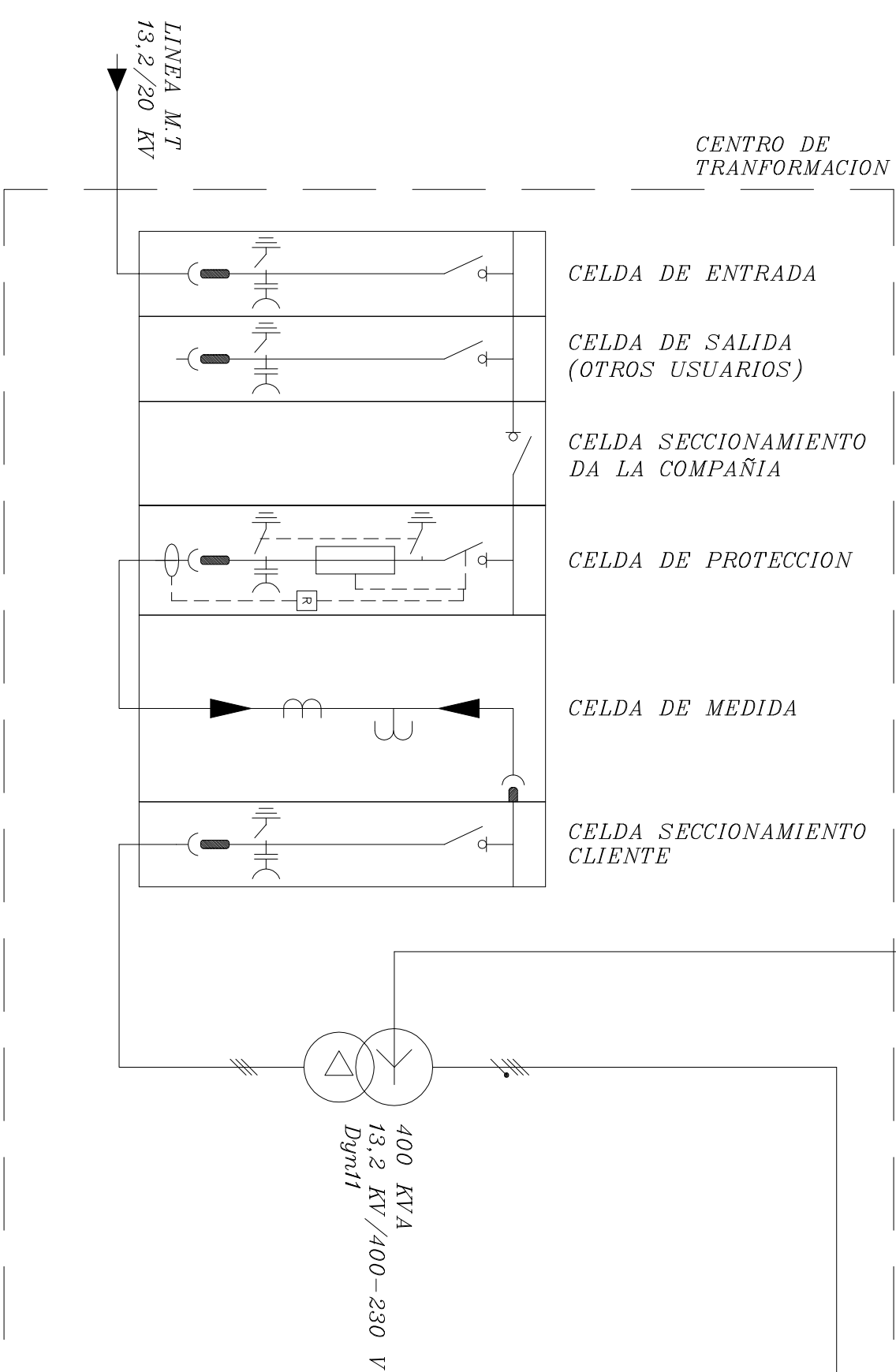
	ARQUETA DE REGISTRO
	CONDUCTOR DESNUDO Ø50mm
	CONDUCTOR AISLADO 0,6/1kV Ø50mm
	CAJA DE SECCIONAMIENTO DE LA TIERRA
	PICA DE COBRE


 <p> Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa </p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p>		<p><i>DEPARTAMENTO:</i></p> <p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>		
<p><i>PROYECTO:</i></p> <p>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL</p>			<p><i>REALIZADO:</i></p> <p>David López Ortega</p>
<p><i>PLANO:</i></p> <p>TERRAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACION</p>			<p><i>FIRMA:</i></p>
<p><i>FECHA:</i></p> <p>06/2014</p>	<p><i>ESCALA:</i></p> <p>S/E</p>	<p><i>Nº PLANO:</i></p> <p>010</p>	

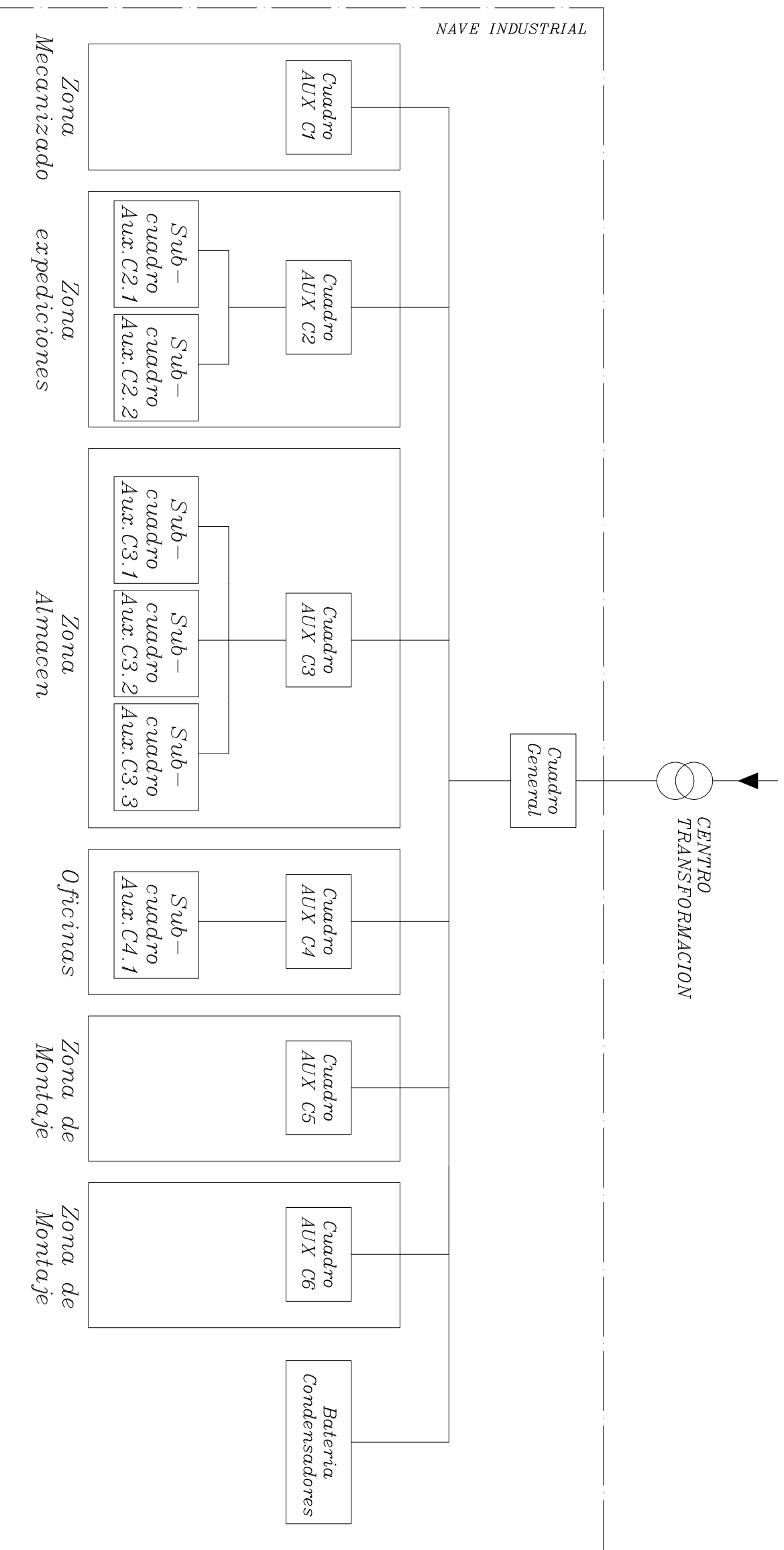
**MEDIDAS EN m*


✓	LINEA FASE
•	LINEA NEUTRO
✓	LINEA TIERRA
	MAGNETOTERMICO
	DIFERENCIAL

LEYENDA:



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: David López Ortega
PLANO: ESQUEMA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION		FIRMA: FECHA: 06/2014 ESCALA: S/E Nº PLANO: 011



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO:		REALIZADO:	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL		David López Ortega	
PLANO:		FIRMA:	
DIVISION DE CUADROS EN LA INSTALACION	FECHA: 06/2014	ESCALA: S/E	N° PLANO: 012

A

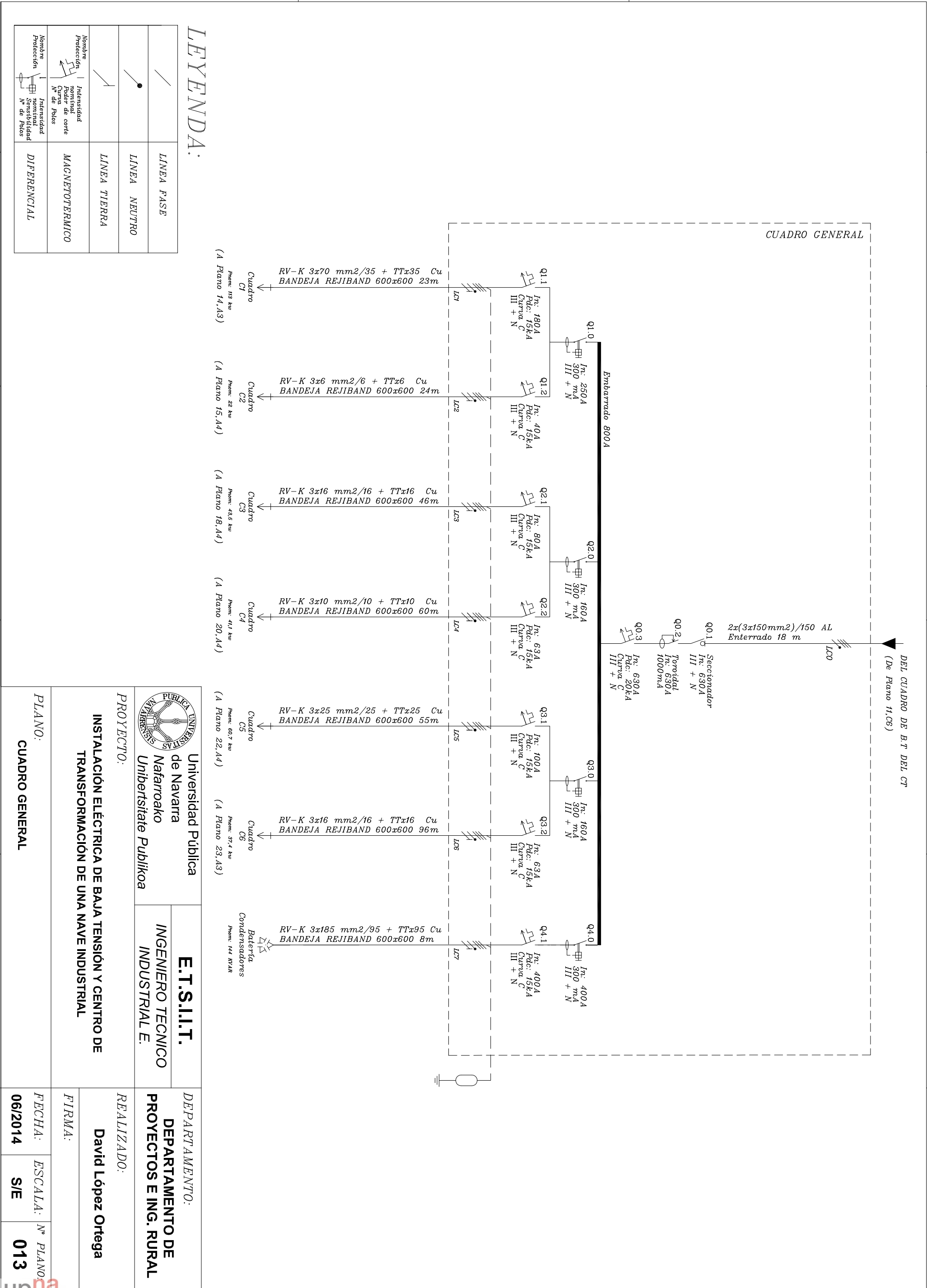
B

C

A

B

C



1

2

3

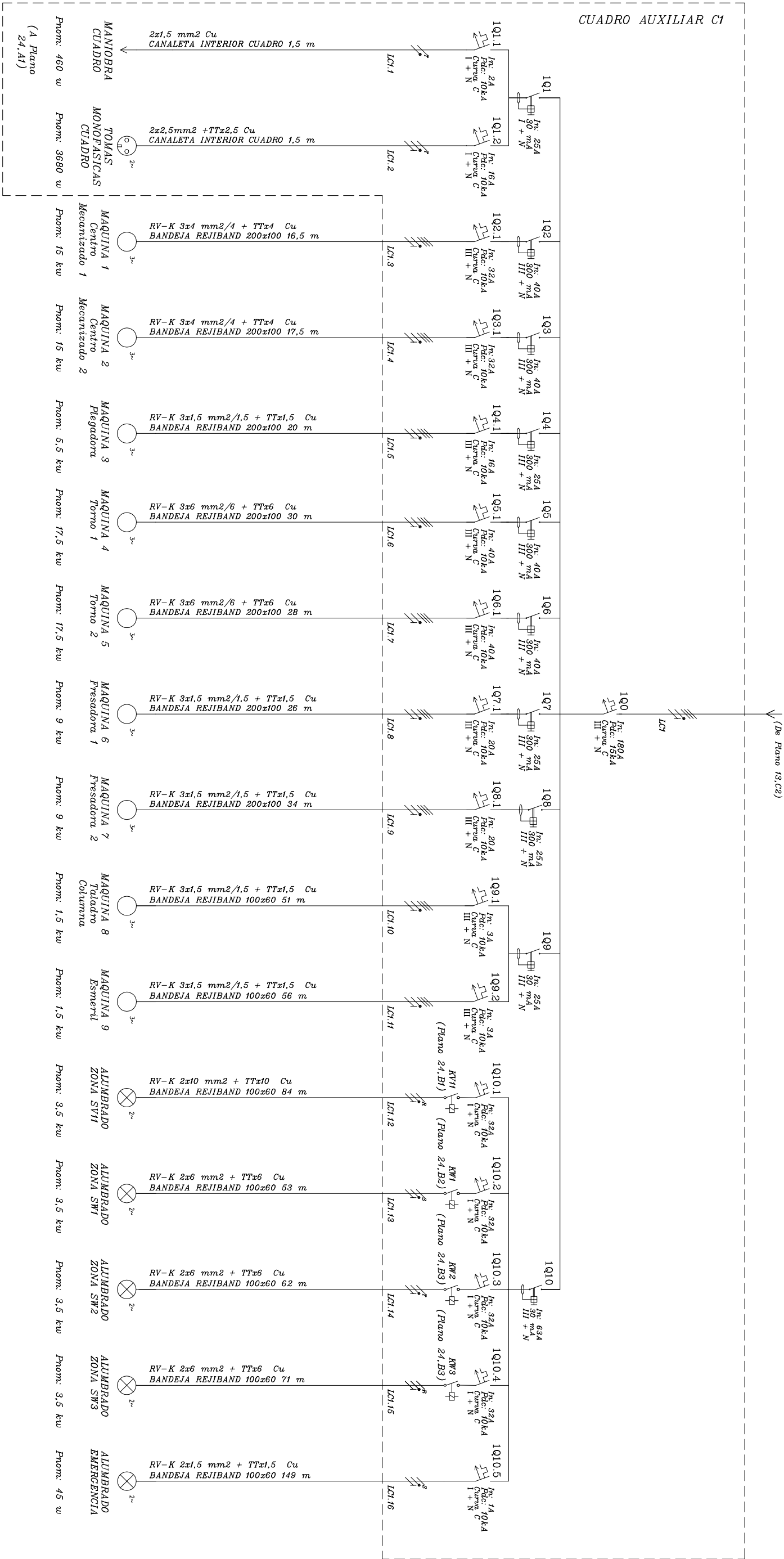
4

5

6

A

CUADRO AUXILIAR C1



B

B

LEYENDA:

✓	LINEA FASE
•	LINEA NEUTRO
✓	LINEA TIERRA
	MAGNETOTERMICO
	DIFFERENCIAL

Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO
DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:

David López Ortega

FIRMA:

PLANO:

CUADRO AUXILIAR C1

FECHA:
06/2014

ESCALA:
S/E

Nº PLANO:
014

C

1

2

3

4

5

6

A

B



C

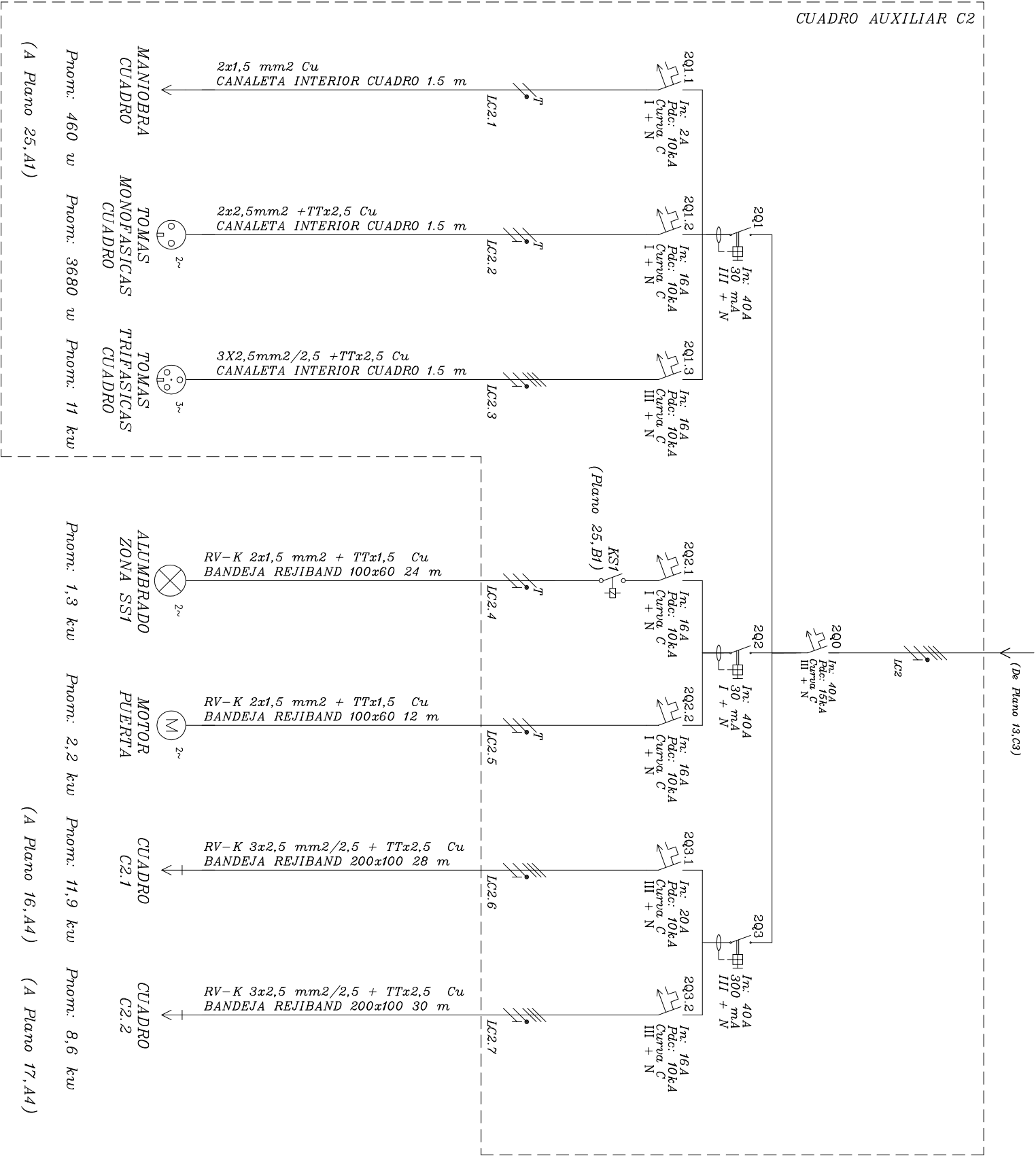
A


B

C

LEYENDA:

—/—	LINEA FASE
—●—	LINEA NEUTRO
—/—	LINEA TIERRA
	MAGNETOTERMICO
	DIFERENCIAL



 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		<div>E.T.S.I.I.T.</div> <div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div>	
<div>PROYECTO:</div> <div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL</div>		<div>DEPARTAMENTO:</div> <div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div>	
		<div>REALIZADO:</div> <div>David López Ortega</div>	
		<div>FIRMA:</div>	
<div>PLANO:</div> <div>CUADRO AUXILIAR C2</div>	<div>FECHA:</div> <div>06/2014</div>	<div>ESCALA:</div> <div>S/E</div>	<div>Nº PLANO:</div> <div>015</div>

A

B

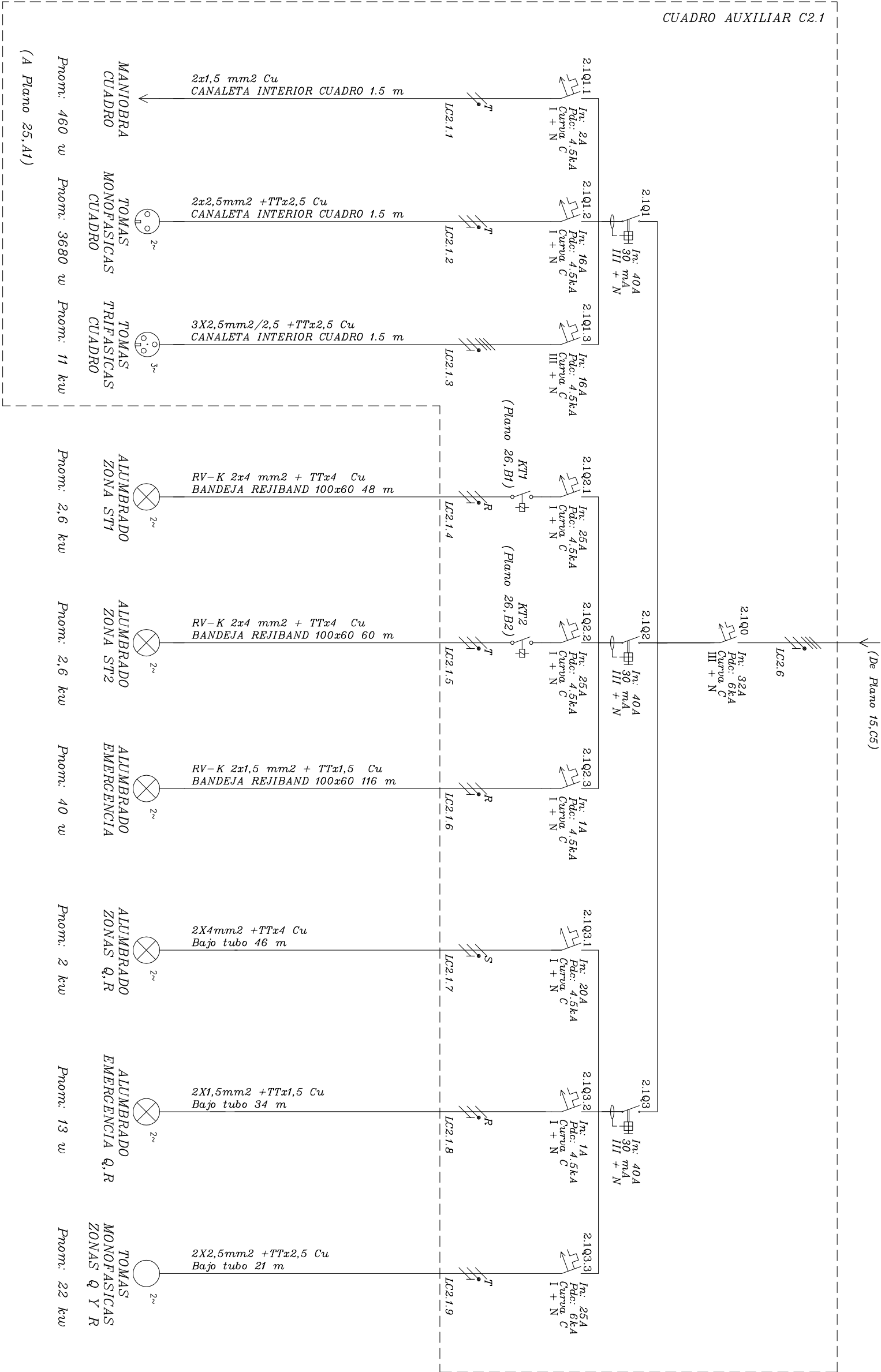
C

A

B

C

CUADRO AUXILIAR C2.1



LEYENDA:

—	LINEA FASE
—	LINEA NEUTRO
—	LINEA TIERRA
—	MAGNETOTERMICO
—	DIFERENCIAL

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO
DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:

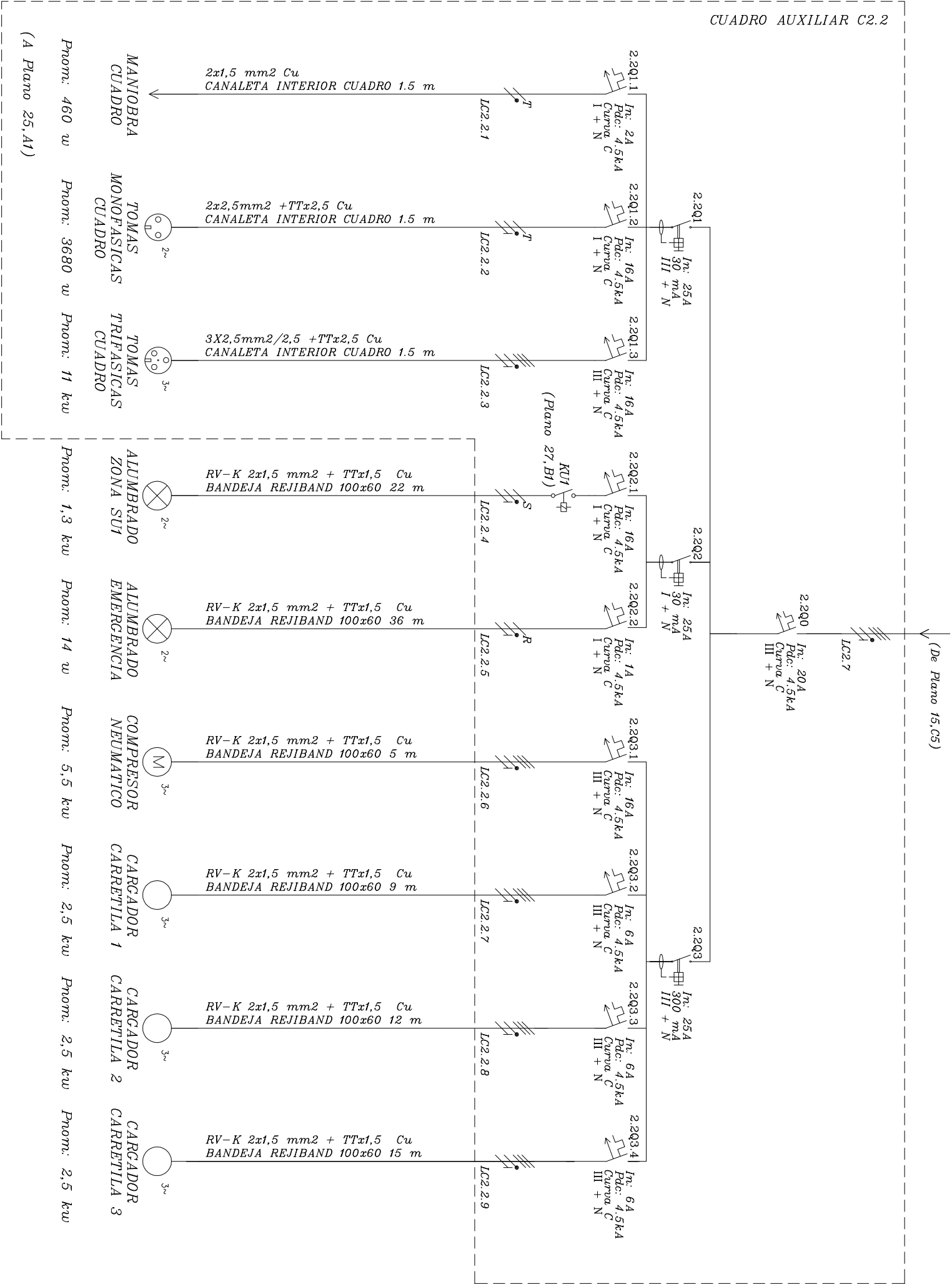
David López Ortega

FIRMA:

PLANO:

CUADRO AUXILIAR C2.1

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
06/2014	S/E	016



LEYENDA:

—	LINEA FASE
—●—	LINEA NEUTRO
—	LINEA TIERRA
	MAGNETOTERMICO
	DIFFERENCIAL

<div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		<div>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div>	
<div>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL</div>		<div>REALIZADO: David López Ortega</div>	
<div>PLANO: CUADRO AUXILIAR C2.2</div>		<div>FIRMA: FECHA: 06/2014 ESCALA: S/E N° PLANO: 017</div>	

A

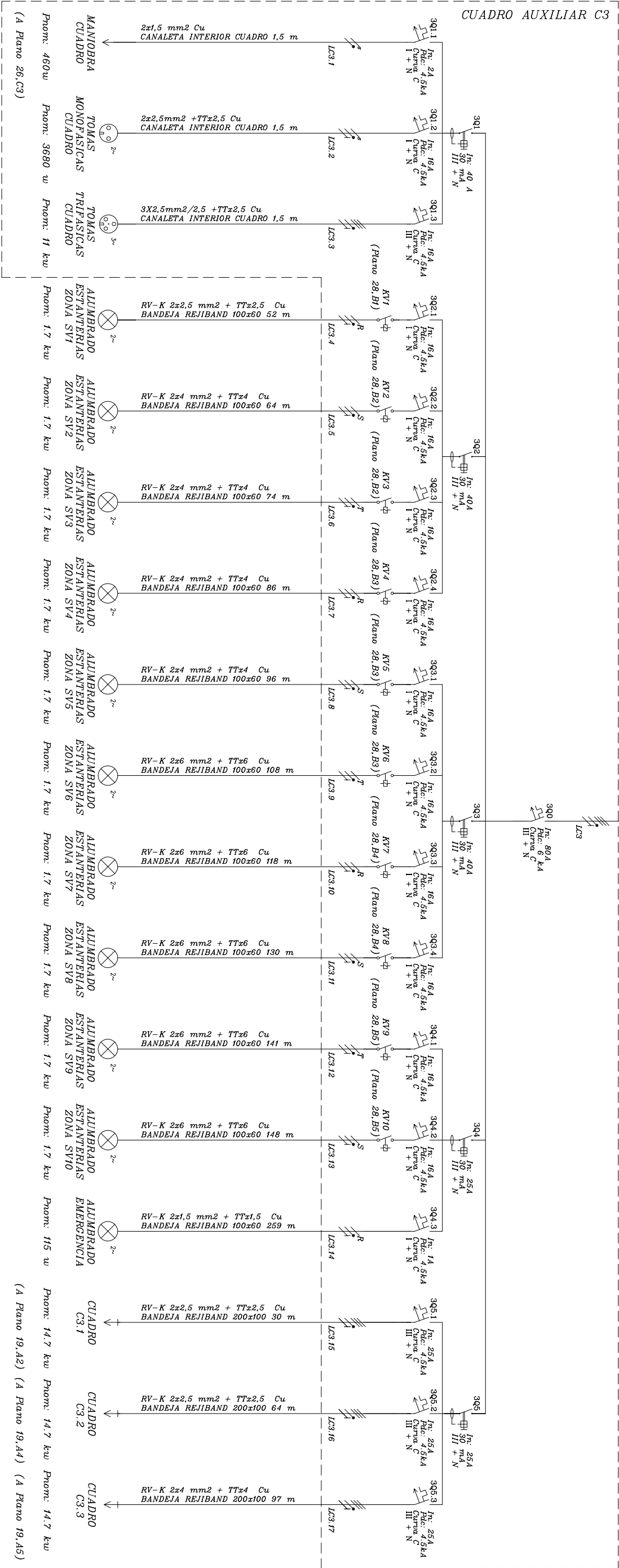
B

C

A

B

C



LEYENDA:

✓	LINEA FASE
•	LINEA NEUTRO
✓	LINEA TIERRA
	MAGNETOTERMICO
	DIFERENCIAL

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:

David López Ortega

FIRMA:

PLANO:

CUADRO AUXILIAR C3

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
06/2014	S/E	018

(A Plano 19.A2) (A Plano 19.A4) (A Plano 19.A5)

A

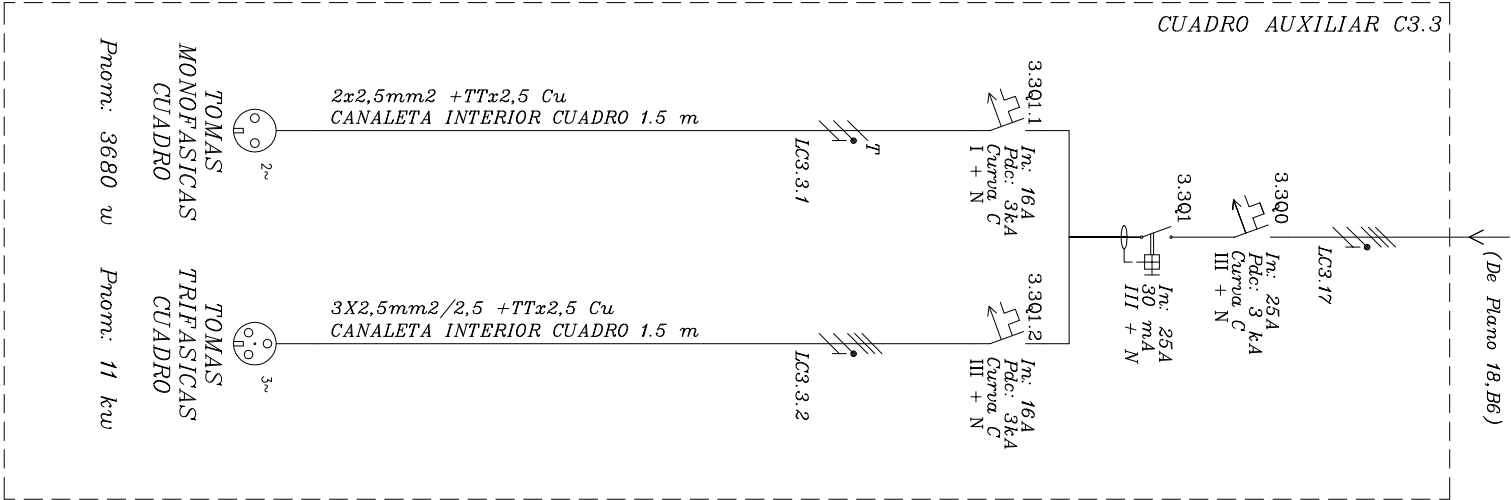
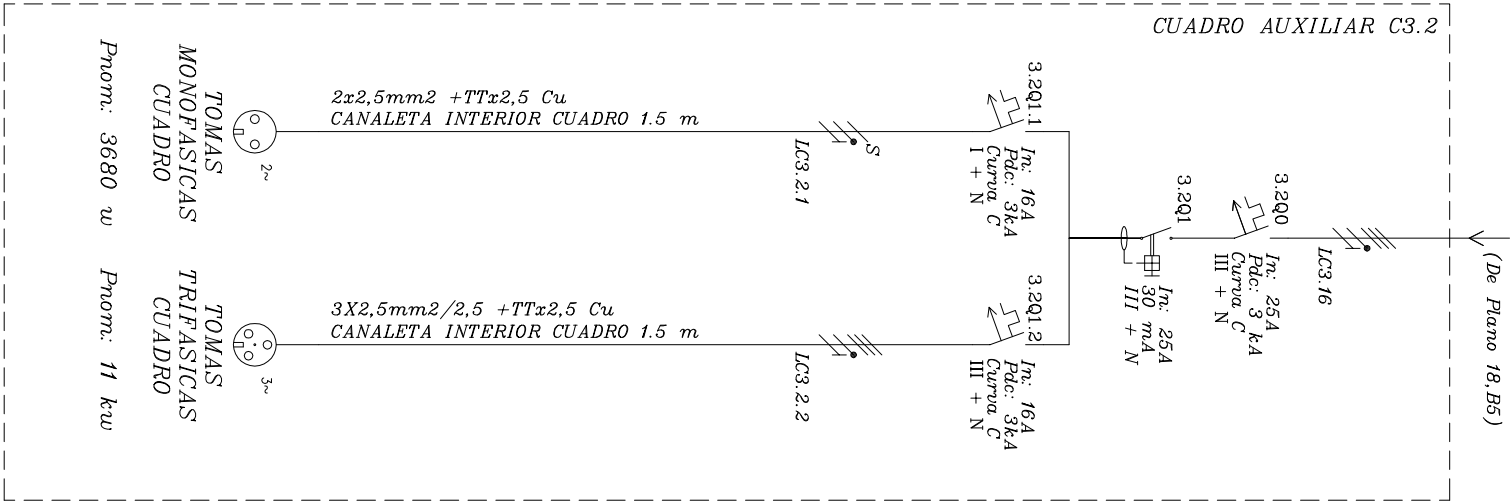
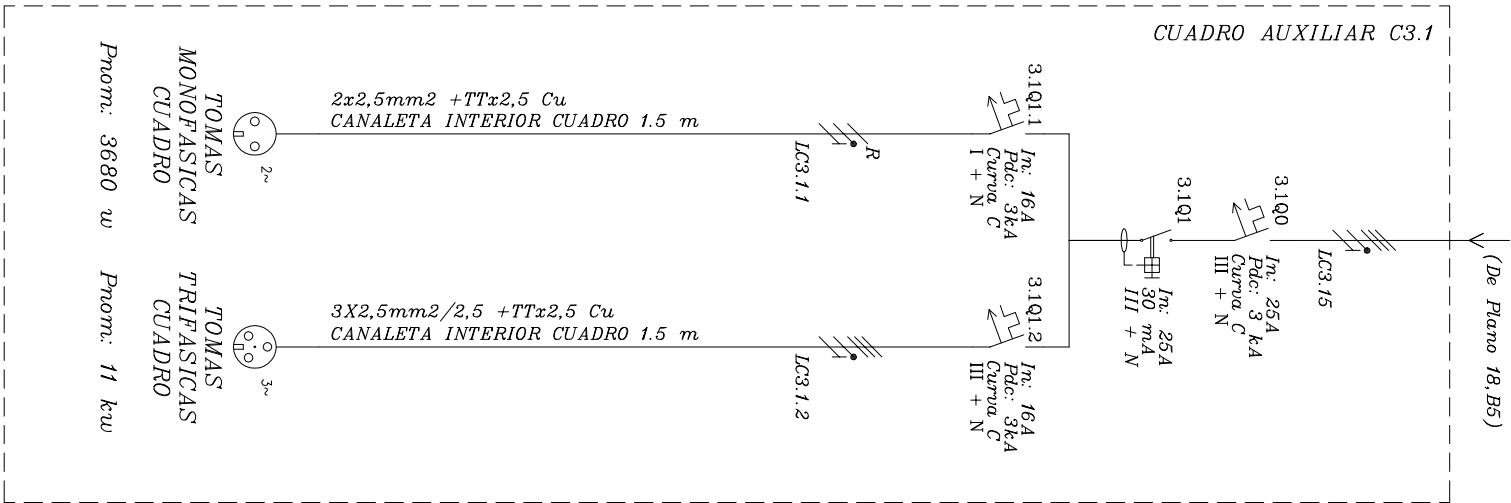
B

C



A

B

C



LEYENDA:

—	LINEA FASE
—●—	LINEA NEUTRO
—	LINEA TIERRA
	MAGNETOTERMICO
	DIFFERENCIAL

Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO
DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:

David López Ortega

FIRMA:

PLANO:

CUADROS AUXILIARES C3.1, C3.2 Y C3.3

FECHA:

06/2014

ESCALA:

S/E

Nº PLANO:

019

1

2

3

4

5

6

A



A

B


B

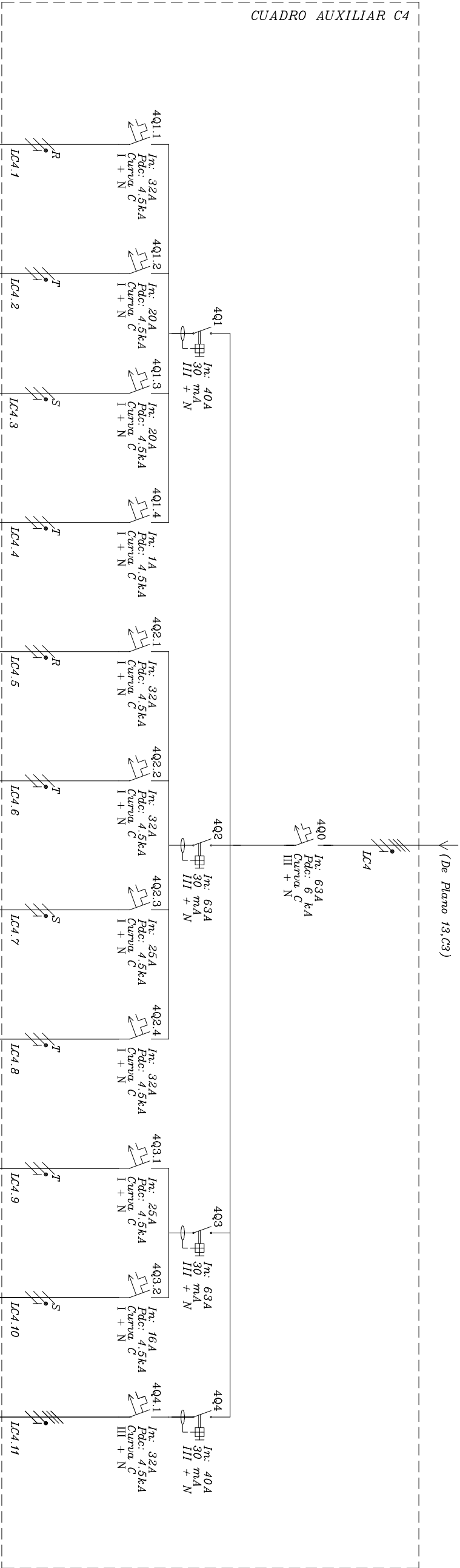
C

C

✓	LINEA FASE
•	LINEA NEUTRO
✓	LINEA TIERRA
	MAGNETOTERMICO
	DIFFERENCIAL

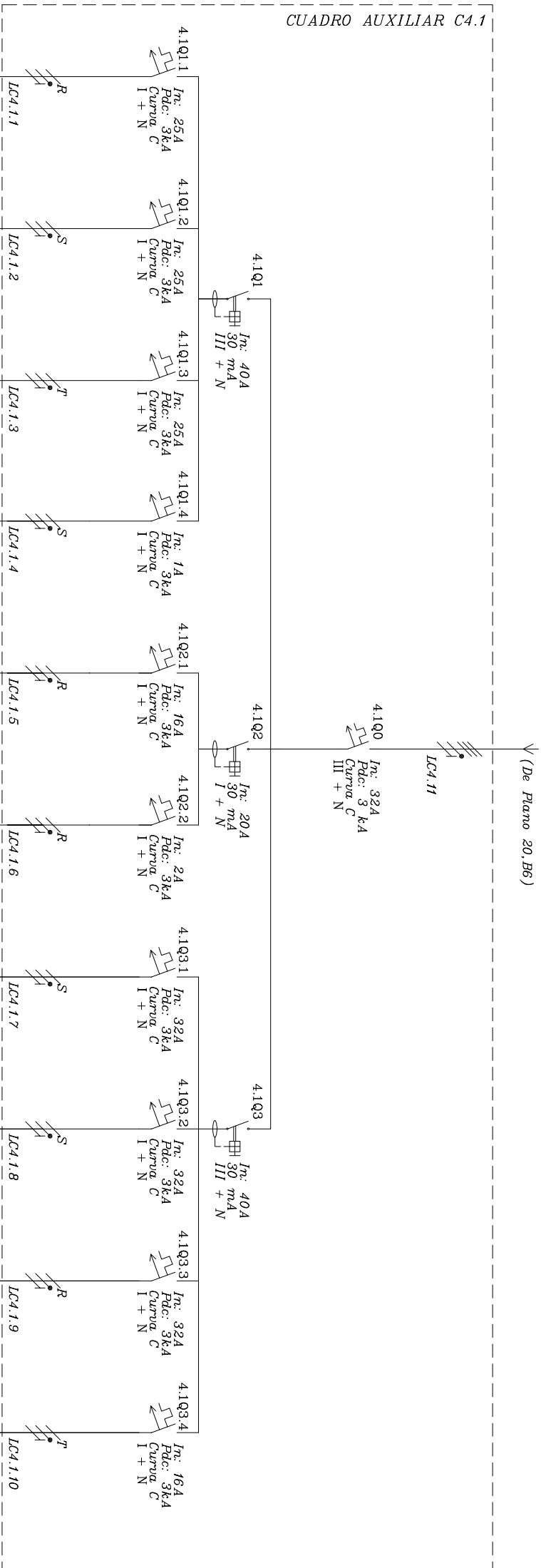
LEYENDA:

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		E.T.S.I.I.T.	
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
<p>PROYECTO:</p> <p>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL</p>		<p>DEPARTAMENTO:</p> <p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>	
		<p>REALIZADO:</p> <p>David López Ortega</p>	
		<p>FIRMA:</p>	
<p>PLANO:</p> <p>CUADRO AUXILIAR C4</p>		<p>FECHA:</p> <p>06/2014</p>	<p>ESCALA:</p> <p>S/E</p>
		<p>Nº PLANO:</p> <p>020</p>	



ILUMINACION ZONA J	ILUMINACION ZONAS L	ILUMINACION ZONAS K,M,N,N,O,P	ILUMINACION EMERGENCIA	TOMAS MONOFASICAS ZONA J1	TOMAS MONOFASICAS ZONA J2	TOMAS MONOFASICAS ZONA L	TOMAS MONOFASICAS ZONA M	TOMAS MONOFASICAS ZONAS N,N	TOMAS MONOFASICAS ZONAS O,P	CUADRO C4.1
2x4mm ² + TTx4 Cu Bajo tubo Ø20 30 m	2x4mm ² + TTx4 Cu Bajo tubo Ø20 58 m	2x6mm ² + TTx6 Cu Bajo tubo Ø20 80 m	2x1,5mm ² + TTx1,5 Cu Bajo tubo Ø16 119 m	2x4mm ² + TTx4 Cu Bajo tubo Ø20 30 m	2x4mm ² + TTx4 Cu Bajo tubo Ø20 27 m	2x4mm ² + TTx4 Cu Bajo tubo Ø20 32 m	2x4mm ² + TTx4 Cu Bajo tubo Ø20 40 m	2x4mm ² + TTx4 Cu Bajo tubo Ø20 38 m	2x2,5mm ² + TTx4 Cu Bajo tubo Ø20 50 m	3x10mm ² /10 + TTx10 Cu BANDEJA PORTACABLES 100x60 24 m
Pnom: 3kw	Pnom: 2.2kw	Pnom: 2.2kw	Pnom: 62w	Pnom: 29.5kw	Pnom: 3680w	Pnom: 22kw	Pnom: 29.5kw	Pnom: 29.5kw	Pnom: 15kw	Pnom: 20kw

(A Plano 21.A3)



CUADRO AUXILIAR C4.1

ILUMINACION ZONA A,B,C,D,I Phom: 2.5kw

ILUMINACION ZONAS E,F Phom: 2.6kw

ILUMINACION ZONAS G,H Phom: 2.6kw

ILUMINACION EMERGENCIA Phom: 44w

ILUMINACION EXTERIOR Phom: 1.2kw

ALARMA Phom: 350w

TOMAS MONOFASICAS ZONA A Phom: 36.8kw

TOMAS MONOFASICAS ZONAS E Y F Phom: 29.5kw

TOMAS MONOFASICAS ZONAS G Y H Phom: 29.5kw

TOMAS MONOFASICAS ZONA I Phom: 14.7kw

LEYENDA:

—	LINEA FASE
—●—	LINEA NEUTRO
—	LINEA TIERRA
	MAGNETOTERMICO
	DIFFERENCIAL

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:

David López Ortega

FIRMA:

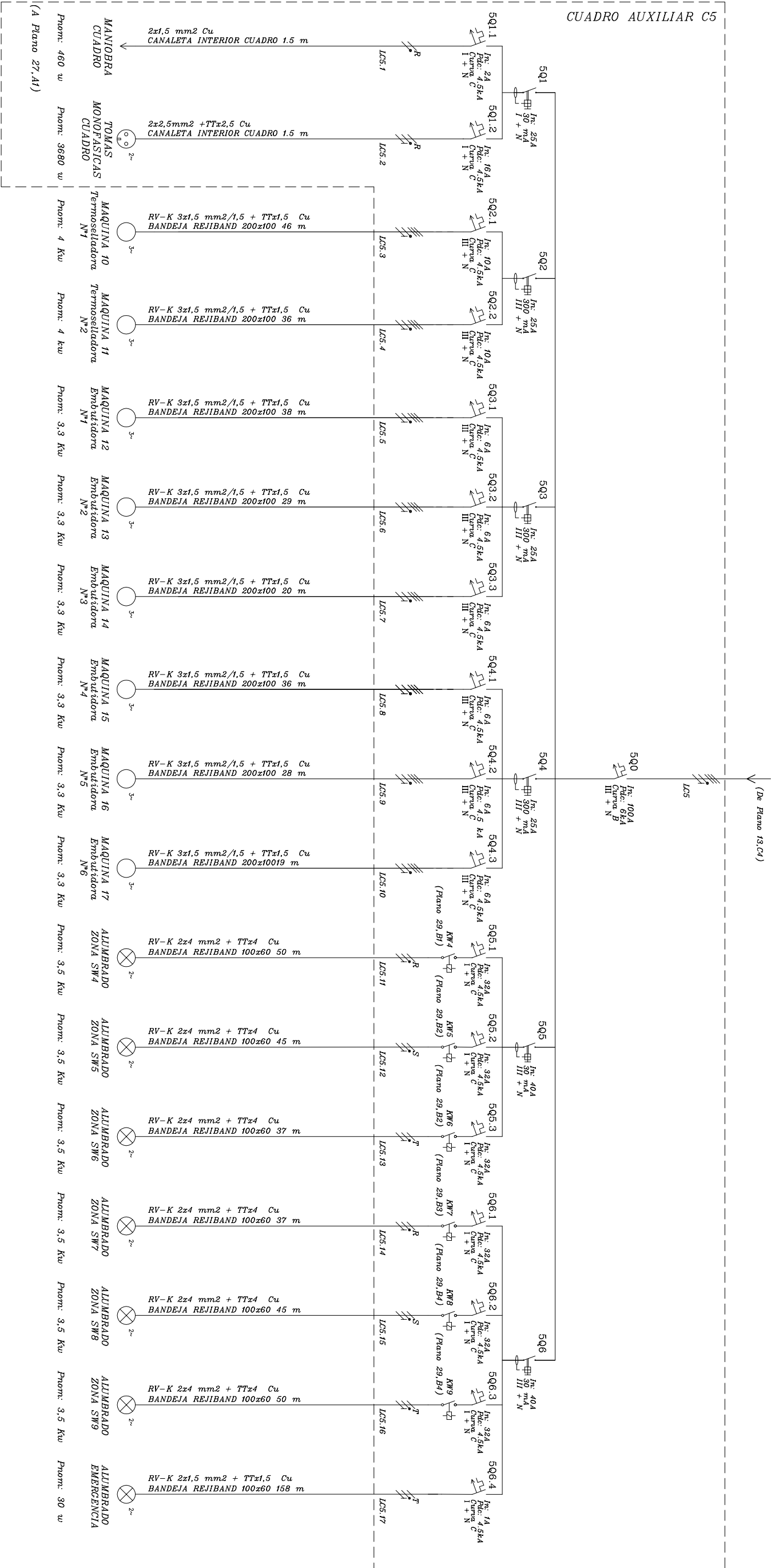
PLANO: CUADRO AUXILIAR C4.1

FECHA: 06/2014

ESCALA: S/E

Nº PLANO: 021

CUADRO AUXILIAR C5



LEYENDA:

✓	LINEA FASE
•	LINEA NEUTRO
✓	LINEA TIERRA
	MAGNETOTERMICO
	DIFERENCIAL

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:

David López Ortega

FIRMA:

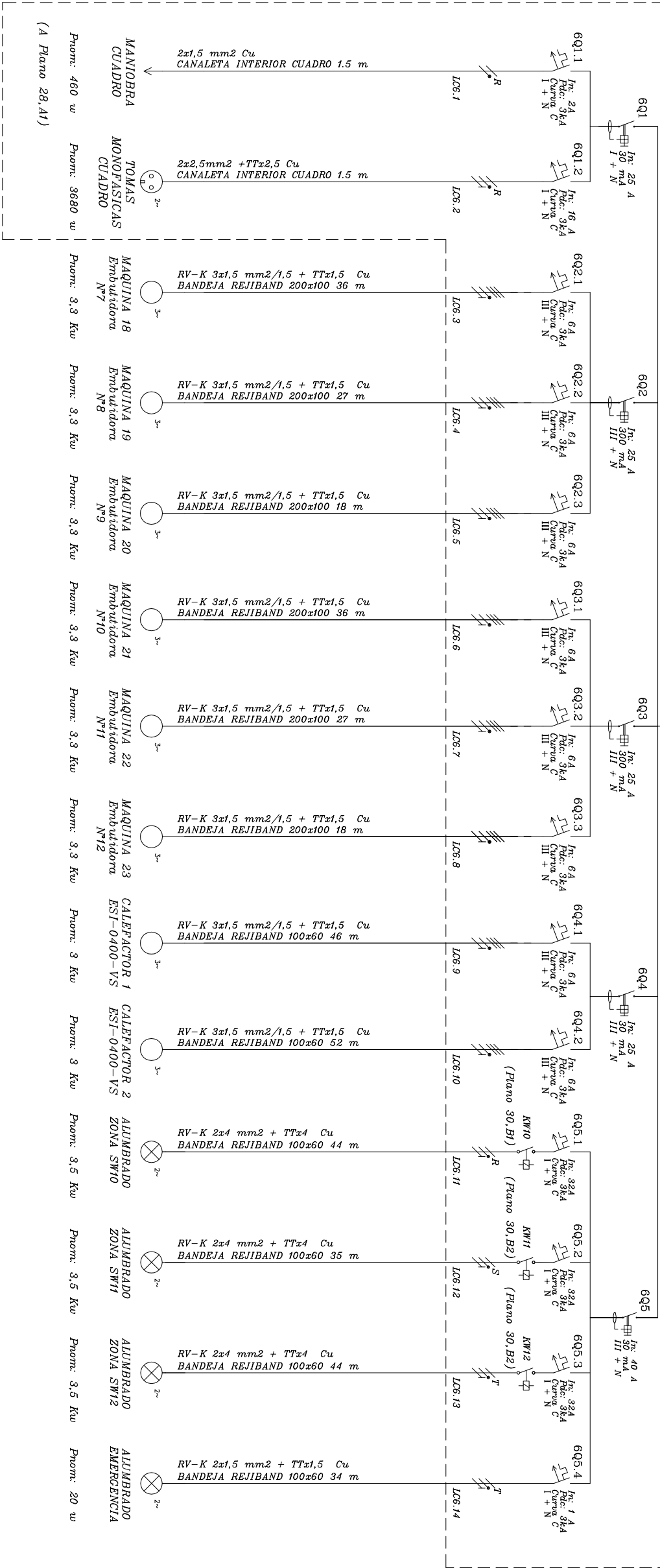
PLANO:

CUADRO AUXILIAR C5

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
06/2014	S/E	022

A

CUADRO AUXILIAR C6



B

LEYENDA:

—/—	LINEA FASE
—●—	LINEA NEUTRO
—/—	LINEA TIERRA
	MAGNETOTERMICO
	DIFFERENCIAL

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO
DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:

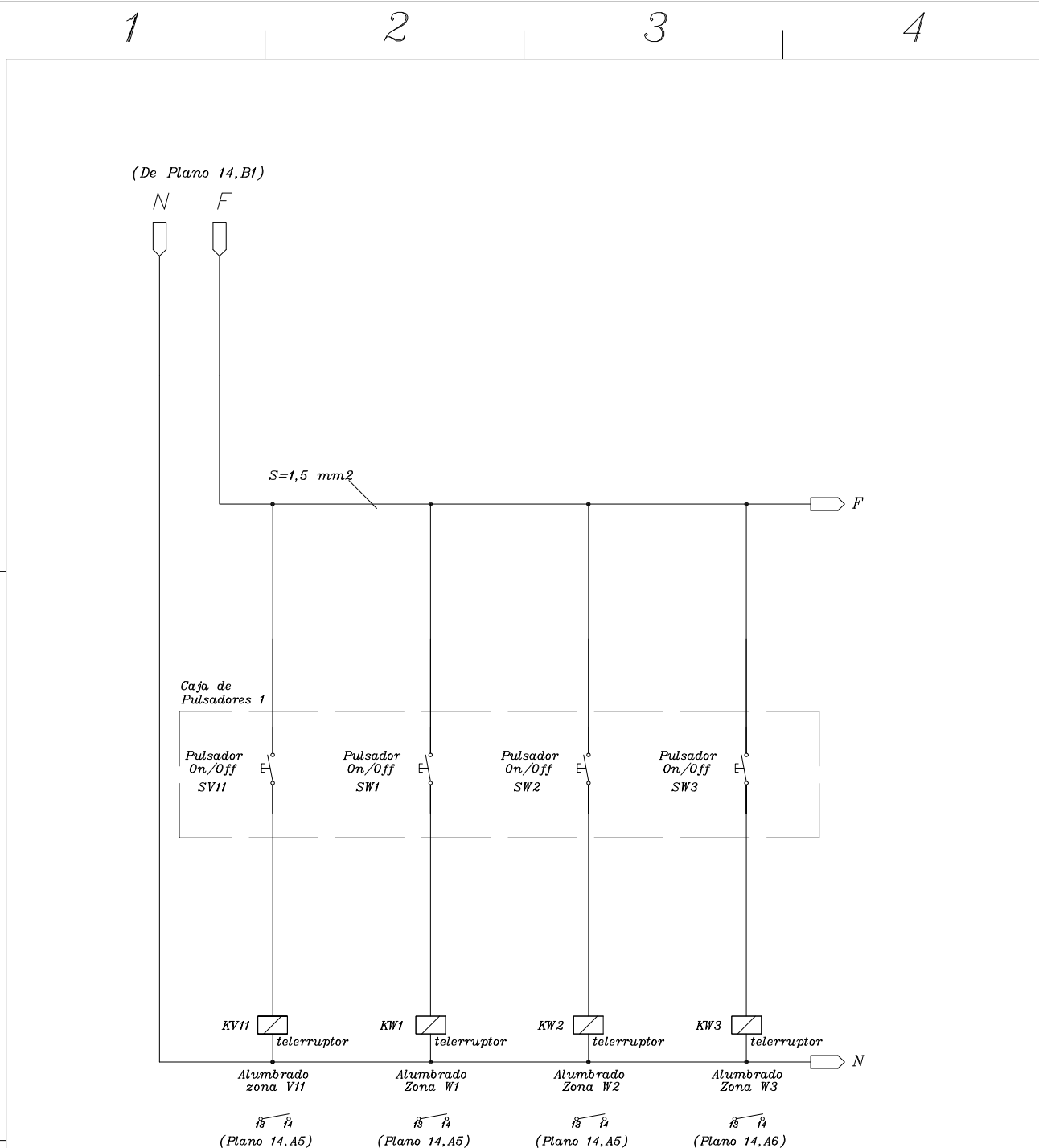
David López Ortega

FIRMA:

PLANO:			
CUADRO AUXILIAR C6			
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
06/2014	S/E	023	

A

B



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:

David López Ortega

FIRMA:

PLANO:

ENCENDIDOS LUMINARIAS CUADRO AUX. C1

FECHA:

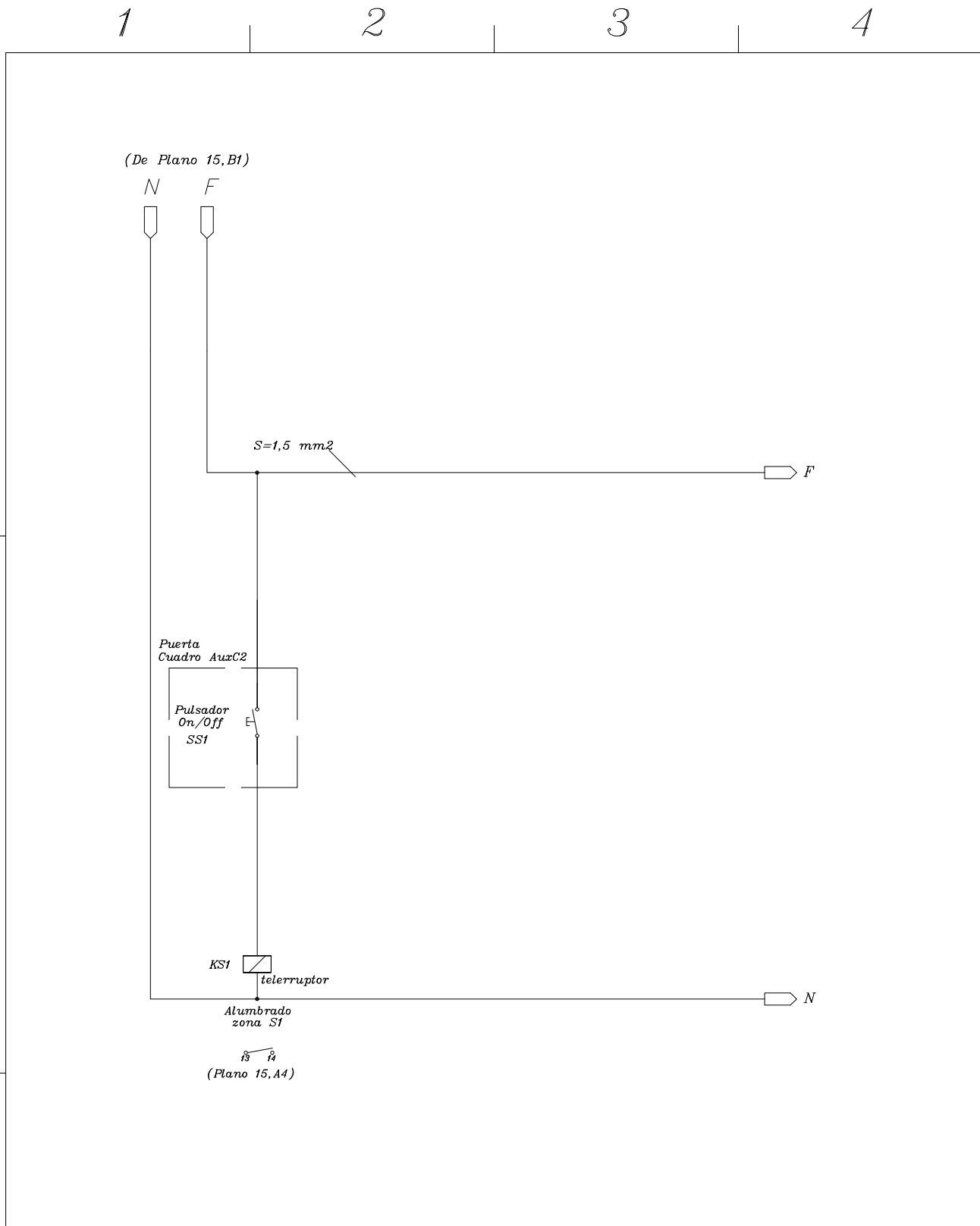
06/2014

ESCALA:

S/E

Nº PLANO:

024



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:

David López Ortega

FIRMA:

PLANO:

ENCENDIDOS LUMINARIAS CUADRO AUX. C2

FECHA:

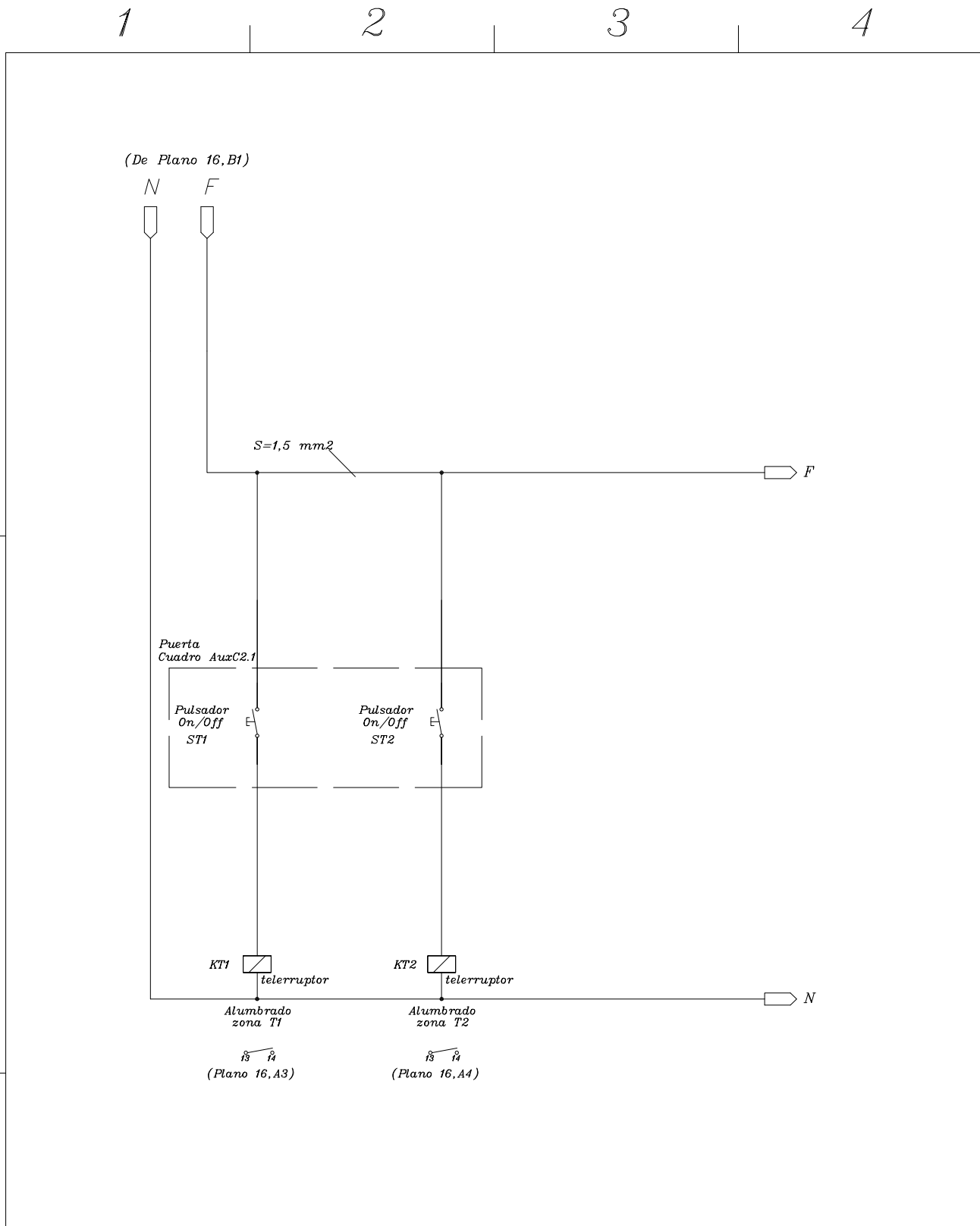
06/2014

ESCALA:

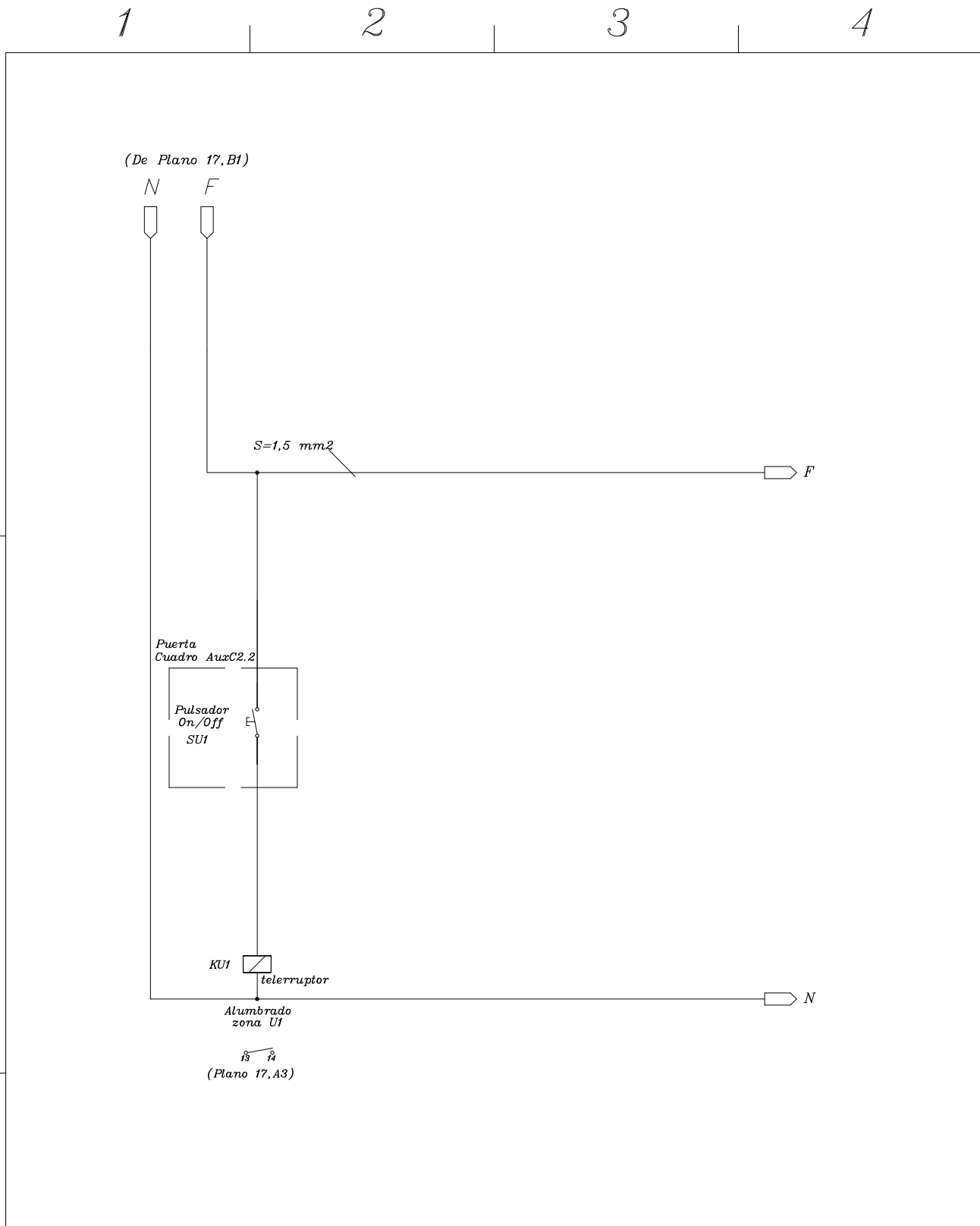
S/E

Nº PLANO:

025



	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: David López Ortega
PLANO: ENCENDIDOS LUMINARIAS SUB-CUADRO AUX. C2.1		FIRMA:	FECHA: 06/2014
		ESCALA: S/E	Nº PLANO: 026



	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		<i>DEPARTAMENTO:</i> DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
		<i>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</i>			
<i>PROYECTO:</i> INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL				<i>REALIZADO:</i> David López Ortega	
				<i>FIRMA:</i>	
<i>PLANO:</i> ENCENDIDOS LUMINARIAS SUB-CUADRO AUX. C2.2				<i>FECHA:</i> 06/2014	<i>ESCALA:</i> S/E
				<i>Nº PLANO:</i> 027	

1

2

3

4

5

6

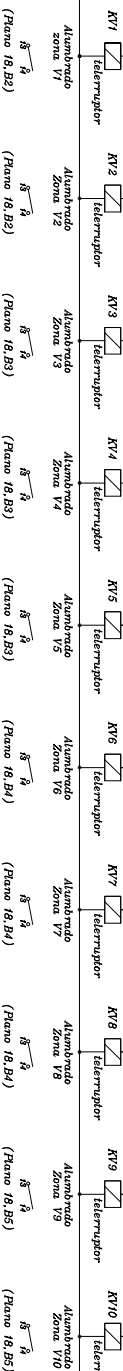
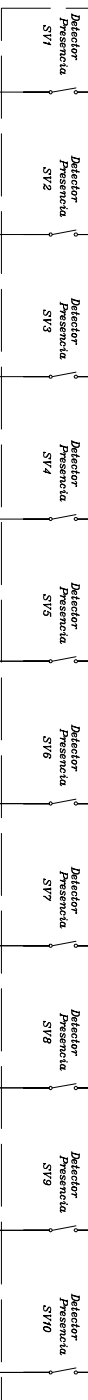
(De Plano 14.Bf)

N F

A

S=1,5 mm²

Zona
Distancias



B

B

C



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

REALIZADO:
David López Ortega

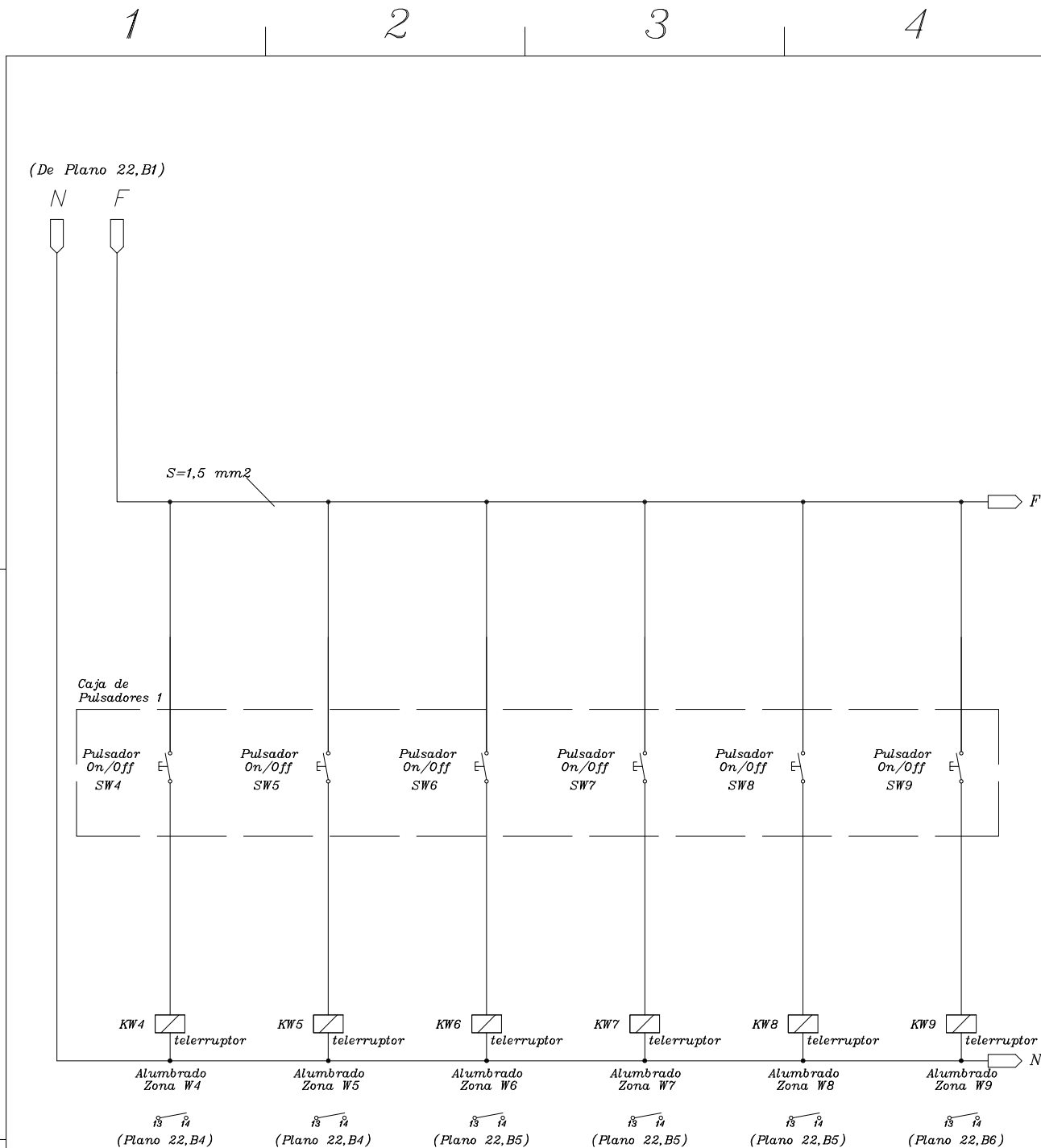
PROYECTO:
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE
TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL

PLANO:
ENCENDIDOS LUMINARIAS CUADRO AUX. C3

FECHA:
02/2013

ESCALA:
S/E

Nº PLANO:
28



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:

David López Ortega

FIRMA:

PLANO:

ENCENDIDOS LUMINARIAS CUADRO AUX. C5

FECHA:

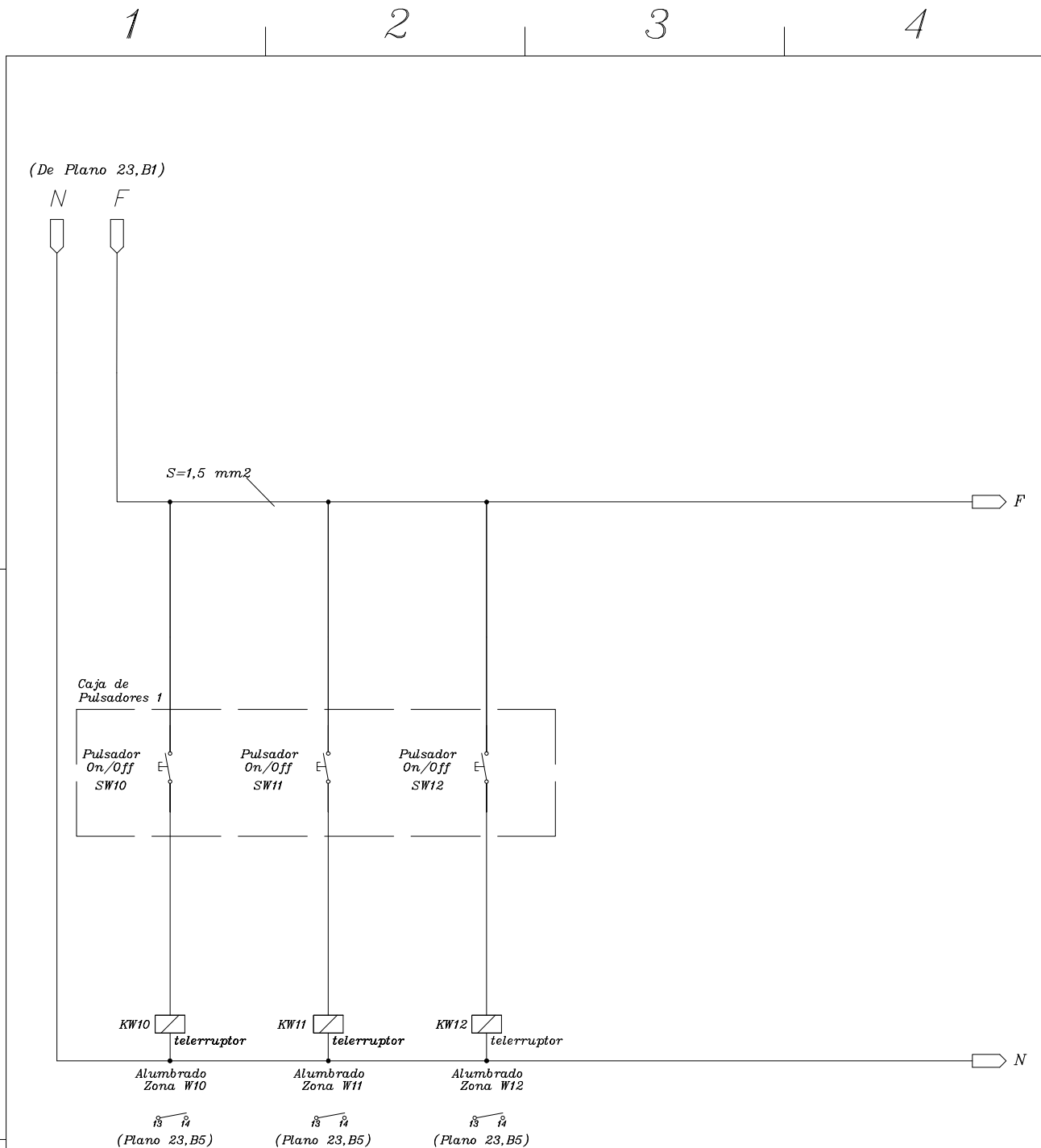
06/2014

ESCALA:

S/E

Nº PLANO:

029



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:

David López Ortega

FIRMA:

PLANO:

ENCENDIDOS LUMINARIAS CUADRO AUX. C6

FECHA:

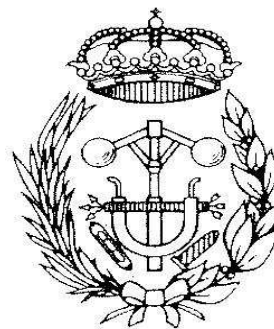
06/2014

ESCALA:

S/E

Nº PLANO:

030



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL”

DOCUMENTO Nº 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: David López Ortega

Tutor: Amaia Pérez Ezkurdia

Pamplona, Junio 2014



4. PLIEGO DE CONDICIONES:

ÍNDICE:

4.1 OBJETO

4.2 CONDICIONES GENERALES.....	3
4.2.1 NORMAS GENERALES.....	3
4.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	3
4.2.3 CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES	3
4.2.4 RESCISIÓN	4
4.2.5 CONDICIONES GENERALES.....	4
4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.....	4
4.3.1 DATOS DE LA OBRA	4
4.3.2 OBRAS QUE COMPRENDE.....	5
4.3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO	5
4.3.4 PERSONAL	6
4.3.5 ABONO DE LA OBRA	6
4.4 CONDICIONES PARTICULARES.....	7
4.4.1 DISPOSICIONES APLICABLES	7
4.4.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.....	7
4.4.3 PROTOTIPOS	7
4.5 NORMATIVA GENERAL.....	8
4.6 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN	9
4.6.1 OBJETIVO	9
4.6.2 CONDICIONES GENERALES	9
4.6.3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO.....	9
4.6.4 TRAZADO DE ZANJAS	9
4.6.5 TENDIDO DE CONDUCTORES.....	9
4.6.6 IDENTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR	10
4.6.7 CIERRE DE ZANJAS	10
4.7 RECEPTORES	10
4.7.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN	10
4.7.2 CONEXIONES DE RECEPTORES	12
4.7.3 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN	12
4.7.4 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN.....	13
4.7.5 MATERIALES AUXILIARES.....	13
4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES....	14
4.8.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	14
4.8.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	14
4.8.1.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS	14



4.8.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	14
4.8.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	15
4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	15
4.9.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS	15
4.9.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	16
4.9.3 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO	16
4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES	17
4.10.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	17
4.10.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN	17
4.10.3 LOCALES QUE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES.....	18
4.10.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA	18
4.10.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS	18
4.11 LOCAL	19
4.11.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL	19
4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA	20
4.13 PUESTA A TIERRA	20
4.13.1 GENERALIDADES	20
4.13.2 ENSAYOS	21



4.1 OBJETO:

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Determina los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de Energía Eléctrica cuyas características técnicas se especifican en el Proyecto.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa para fuerza, alumbrado interior, exterior, toma de tierra y el Centro de Transformación de una Nave Industrial dedicada a la fabricación de brazos de suspensión.

La Nave está situada en el polígono industrial Egüés, calle G, nave 1, Egüés, Comunidad foral de Navarra, España.

4.2 CONDICIONES GENERALES:

4.2.1 NORMAS GENERALES:

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

4.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN:

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente descrita.

4.2.3 CONFORMIDAD Y VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES:

Se aplicarán estas condiciones para todas las obras incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.



4.2.4 RESCISIÓN DEL CONTRATO:

Se consideraran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- *Primero*: Muerte o incapacitación del Contratista.
- *Segunda*: La quiebra del contratista.
- *Tercera*: Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- *Cuarta*: Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- *Quinta*: La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- *Sexta*: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de Suspensión sea mayor de seis meses.
- *Séptima*: Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- *Octava*: Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- *Décima*: Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- *Decimoprimera*: Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

4.2.5 CONDICIONES GENERALES:

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en sucesivo se dicten. En particular deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 2402 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El contratista deberá estar clasificado, según Orden Ministerial de Hacienda de 28 de Marzo de 1968 en el Grupo, Subgrupo en categoría correspondiente al Proyecto.

4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN:

4.3.1 DATOS DE LA OBRA:

Se entregará al Contratista una copia de la Memoria, Planos y Pliego de Condiciones, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El Contratista podrá tomar nota ó sacar copia a su costa de la memoria, presupuesto y anexos del proyecto.



El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones, en los datos fijados en el Proyecto, salvo por aprobación previa del Director de Obra.

4.3.2 OBRAS QUE COMPRENDE:

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiere, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, considerando Nave Industrial a las oficinas, almacenes, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentren dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes.

- a) Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- b) Suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- c) Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:
 - Colocación de luminarias.
 - Colocación de cableado.
 - Instalación de las protecciones eléctricas.
 - Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado.
 - Ejecución del centro de transformación.

4.3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO:

No se considerarán como mejoras ó variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el Director de Obra y convenido precio del proceder a su ejecución.

Las obras delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.



4.3.4 PERSONAL:

El contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores, personal idóneo, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan de la dirección técnica de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido. El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general. El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

4.3.5 ABONO DE LA OBRA:

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

Cuando la propiedad o el director de obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción, sea en el curso de ejecución de obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.



4.4 CONDICIONES PARTICULARES:

4.4.1 DISPOSICIONES APLICABLES:

Además de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las Normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto las DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

4.4.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO:

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción entre planos y la memoria, prevalecerá lo prescrito en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

4.4.3 PROTOTIPOS:

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.



4.5 NORMATIVA GENERAL:

a) Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular.

Producción, conservación, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000 V para corriente alterna.

b) Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.

c) Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las prescripciones del reglamento de alta tensión.

Nota: en virtud de este artículo se detallará la normativa a cerca del transformador en un capítulo específico del presente pliego.

d) Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50 KVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar suministro de energía previsible. El local, que debe ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.

e) Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley de 24 de noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.

f) Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión. Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.



4.6 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSION:

4.6.1 OBJETIVO:

Se determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras en la instalación de redes subterráneas de distribución.

4.6.2 CONDICIONES GENERALES:

Se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de baja y media tensión.

Cualquier duda de cualquier tipo, que pueda surgir de la interpretación del presente pliego durante el período de construcción, será resuelta por el director de Obra, cuya interpretación será aceptada íntegramente.

4.6.3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO:

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

4.6.4 TRAZADO DE ZANJAS:

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las tomas donde se dejan las llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a colocar.

4.6.5 TENDIDO DE CONDUCTORES:

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable sea superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.



En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable. Cuando los cables se tienden a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por mm^2 de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tensión.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable. Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas, deberá siempre hacerse a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasillas.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,5 m. Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá efectuar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en las que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

En el caso de que los cables sean unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de Media Tensión, o las tres fases y el neutro en Baja Tensión, se colocara una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.



4.6.6 IDENTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR:

Los cables deberán llevar marcas que indique el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características. Estas marcas serán grabadas de forma indeleble y se distanciarán entre sí unos 30 cm, tal y como se indica en las normas UNE – 21.123 y R.U. 3.305.

4.6.7 CIERRE DE ZANJAS:

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación, debiendo realizarse los 20 primeros centímetros de forma manual.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será el responsable de los hundimientos que se produzcan y serán de su cuenta las posteriores reparaciones oportunas. La carga y el transporte a vertederos de las tierras sobrantes están incluidos en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

4.7 RECEPTORES:

4.7.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN:

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc...), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades siendo de aplicación para ello lo dispuesto en la instrucción ITC BT-22. Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.



4.7.2 CONEXIONES DE RECEPTORES

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la instrucción ITC BT-43.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecta a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor movable, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores movibles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos movibles.

4.7.3 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámpara fluorescente se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia de por lo menos hasta 0,9.



Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto a la instrucción ITC BT-09 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

4.7.4 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0,5 metros si la potencia del motor es igual o menor a 1 kw.
- 1 metro si la potencia nominal es superior a 1 kw.

Todos los motores de potencia superior a 0,25 CV, y todos los situados en los locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta constará de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar a éste.

4.7.5 MATERIALES AUXILIARES:

Toda la tornillería, así como arandelas, tuercas, contratueras, etc., que se utilizan como material auxiliar de la instalación eléctrica, serán de acero inoxidable. La pasta de sellado de tubos metálicos, cajas de derivación, etc., será por cuenta del contratista.

Todos los tubos protectores de PVC estarán sellados con espuma de poliuretano o producto equivalente.



4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES:

4.8.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES:

4.8.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES:

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

4.8.1.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS:

El límite de intensidad admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

4.8.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN:

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se instalarán a tal interruptor automático, diferencial y fusibles.



4.8.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN:

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentado el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevarán marcada su intensidad y tensión nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS:

4.9.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS:

Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- a) Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente con un mínimo de 2,5 metros hacia arriba, 1 metros abajo y 1 metro lateralmente.
- b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.
- c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.



4.9.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS:

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250 V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección, cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

Clase A:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección; inaccesibilidad simultáneamente de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

Clase B:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sin embargo se puede aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

4.9.3 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO:

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):



- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
 - 24 voltios en locales conductores.
 - 50 voltios en los demás casos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Se utilizarán como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir del cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en su tiempo conveniente la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES:

4.10.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA:

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del personal hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.

4.10.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN:

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales,



complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización, falle o su tensión baje a menos del 70 % de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban eliminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz ambos alumbrados podrán ser los mismos.

4.10.3 LOCALES QUE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES:

- a) *Con alumbrado de emergencia:* Todos los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.
- b) *Con alumbrado de señalización:* Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

4.10.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA:

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70 % de su valor nominal. La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

4.10.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS:

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.



4.11 LOCAL:

4.11.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL:

Las instalaciones en los locales a que afectan las presentes prescripciones, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan:

a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente o, igualmente, en el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia lo justifique.

b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre él el dispositivo de mando y protección preceptivo según la Instrucción MI BT 016. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas en dicho punto, un dispositivo de mando y protección. Del citado general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios.

c) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre del cuadro general.

d) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito a que pertenecen.

e) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas.

f) Las canalizaciones estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de la llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.



- Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.
- Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1.000 V, armados directamente sobre paredes.

g) Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA:

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0,90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.
- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior de un 10 % del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactivas de descarga a tierra.

4.13 PUESTAS A TIERRA:

4.13.1 GENERALIDADES:

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24 V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes, etc., dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el reglamento de B.T.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones complementarias.



Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc....

Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos. La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios.

La estructura de obra civil será conectada a tierra. Todos los empalmes serán tipo soldadura aluminotermia sistema CADWELL o similar.

4.13.2 ENSAYOS:

La recepción de los materiales se hará comprobando que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y en el resto de normativa vigente.

Cuando el material llegue a la obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normativas, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como su número y las condiciones de no aceptación automática serán los fijados por la NTE-IEP/1973: “Instalaciones de electricidad: Puesta a Tierra”.

Pamplona, Junio 2014

David López Ortega



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL”

DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO

Alumno: David López Ortega

Tutor: Amaia Pérez Ezkurdia

Pamplona, Junio 2014



5. PRESUPUESTO:

ÍNDICE:

5.1 CAPÍTULO I: ACOMETIDA.....	3
5.1.1 ACOMETIDA	3
5.2 CAPÍTULO II: PROTECCIONES.....	4
5.3 CAPÍTULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES.....	18
5.3.1 CONDUCTORES.....	18
5.3.2 TUBOS	20
5.3.3 CANALIZACIONES	20
5.3.4 TABLA RESUMEN.....	21
5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA.....	22
5.4.1 PUESTA A TIERRA.....	22
5.5 CAPÍTULO V: EQUIPO DE ALUMBRADO	23
5.5.1 ALUMBRADO INTERIOR.....	23
5.5.2 ALUMBRADO EXTERIOR.....	24
5.5.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	24
5.5.4 TABLA RESUMEN.....	25
5.6 CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS	26
5.6.1 TOMAS DE CORRIENTE, BASES, INTERRUPTORES	26
5.7 CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA.....	27
5.7.1 BATERÍA DE CONDENSADORES.....	27
5.8 CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	28
5.8.1 OBRA CIVIL.....	28
5.8.2 CASETA DEL CENTRO	28
5.8.3 EQUIPO DE MT	29
5.8.4 EQUIPO DE POTENCIA	31
5.8.5 EQUIPO DE BAJA TENSIÓN	32
5.8.6 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO	33
5.8.7 VARIOS	34
5.8.8 TABLA RESUMEN.....	35
5.9 CAPÍTULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	36
5.9.1 SEGURIDAD Y SALUD.....	36
5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN	38



**5.1 CAPÍTULO I: ACOMETIDA****5.1.1 ACOMETIDA:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.1.1.1	Marca: <i>Pirelli Afumex X</i> Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible 4 x (3x150 mm ²) aluminio	18	46,142	830,56
5.1.1.2	Protección plástica con señalización de riesgo eléctrico	18	2	36
5.1.1.3	Zanja sobre tierra de 100x100 cm. con arena lavada	18	3.15	56,7
5.1.1.4	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			365
5.1.1.5	Mano de obra	20	30	600
			SUBTOTAL	1.888,26



5.2 CAPÍTULO II: PROTECCIONES

5.2.1 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.2.1.1	Armario metálico de distribución <i>Marca:</i> Schneider electric <i>Modelo:</i> Prisma, Sistema P, con IP55, de 19 módulos, de medidas: 2000x2000x400mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	695,40	695,40
5.2.1.2	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NS1600N <i>Poder De Corte:</i> 20Ka. Curva C III+N <i>Calibre:</i> 630 A	1	3.577,58	3.577,58
5.2.1.3	TOROIDAL 630 A, 1000Ma con relé De disparo para interruptor NS1600N	1	402	402
5.2.1.4	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NS180N <i>Poder De Corte:</i> 15Ka. Curva C III+N <i>Calibre:</i> 180 A	1	482,35	482,35
5.2.1.5	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder De Corte:</i> 15Ka. Curva C III+N <i>Calibre:</i> 40 A	1	394,30	394,30
5.2.1.6	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder De Corte:</i> 15Ka. Curva C III+N <i>Calibre:</i> 63 A	2	382,29	764,58
5.2.1.7	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder De Corte:</i> 15Ka. Curva C III+N <i>Calibre:</i> 80A	1	285,96	285,96
5.2.1.8	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NS1600N <i>Poder De Corte:</i> 15Ka. Curva C III+N <i>Calibre:</i> 100A	1	565,23	565,23
5.2.1.9	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NS1600N <i>Poder De Corte:</i> 15Ka. Curva C III+N <i>Calibre:</i> 400A	1	761,35	761,35
5.2.1.10	Interruptor diferencial Schneider electric NS250 LV429042 III+N Calibre: 250A Sensibilidad: 300 mA.	1	227,43	227,43



5.2.1.11	Interruptor diferencial Schneider electric NSX400NA Micrologic 0.3 NA Calibre: 400A Sensibilidad: 300 mA.	1	2.144,92	2.144,92
5.2.1.12	Interruptor diferencial Schneider electric NSX250 III+N Calibre: 160 A Sensibilidad: 300 mA.	1	749,35	749,35
5.2.1.13	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			240
5.2.1.14	Mano de obra			300
			Subtotal	11.590,45

5.2.2 CUADRO AUXILIAR 1:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.2.2.1	Armario metálico de distribución <i>Marca:</i> Schneider electric <i>Modelo:</i> Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 800x600x200mm	1	354,63	354,63
5.2.2.2	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 10KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 2 A	1	407,53	407,53
5.2.2.3	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 10KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 16 A	1	382,29	382,29
5.2.2.4	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NSX250NA <i>Poder de Corte:</i> 10KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 32 A	2	394,30	788,6
5.2.2.5	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 10 KA, Curva D, III+N <i>Calibre:</i> 16 A	1	395,75	395,75
5.2.2.6	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NSX400NA <i>Poder de Corte:</i> 10 KA, Curva D, III+N <i>Calibre:</i> 40A	2	544,92	1.089,84
5.2.2.7	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 10 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 20 A	2	282,39	564,78



5.2.2.8	Interruptor automático Schneider electric Serie: NG125N Poder de Corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 3 A	2	354.85	709,7
5.2.2.9	Interruptor automático Schneider electric Serie: NG125N Poder de Corte: 10 KA, Curva C, I+N Calibre: 32 A	4	379.38	1517,52
5.2.2.10	Interruptor automático Schneider electric Serie: NG125N Poder de Corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 1A	1	287.95	287,95
5.2.2.11	Interruptor automático Schneider electric Serie: NSX180NA Poder de Corte: 15KA, Curva C, III+N Calibre: 180 A	1	1.278,63	1.278,63
5.2.2.12	Interruptor diferencial Schneider electric NS250, LV429042, I+N Calibre: 25A Sensibilidad: 30 mA.	1	227,43	227,43
5.2.2.13	Interruptor diferencial Schneider electric Vigi NG40, III+N Calibre: 40 A Sensibilidad: 300 mA.	4	253.25	1013
5.2.2.14	Interruptor diferencial Schneider electric NS250, LV429042, III+N Calibre: 25 A Sensibilidad: 300 mA.	3	227,43	682,29
5.2.2.15	Interruptor diferencial Schneider electric NS250, LV429042, III+N Calibre: 25 A Sensibilidad: 30 mA.	1	389.56	389,56
5.2.2.16	Interruptor diferencial Schneider electric Vigi C125, III+N Calibre: 63 A Sensibilidad: 30 mA.	1	353.75	353,75
5.2.2.17	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			385
5.2.2.18	Mano de obra	16	30	480
			Subtotal	11.308,25

**5.2.3 CUADRO AUXILIAR 2:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.2.3.1	Armario metálico de distribución <i>Marca:</i> Schneider electric <i>Modelo:</i> Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 800x600x200mm	1	354,63	354,63
5.2.3.2	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 10KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 2 A	1	407,53	407,53
5.2.3.3	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 10KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 16 A	3	382.29	1.146,87
5.2.3.4	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 10 KA, Curva D, III+N <i>Calibre:</i> 16 A	2	395.75	791,5
5.2.3.5	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 15 KA, Curva D, III+N <i>Calibre:</i> 40A	2	420.98	841,96
5.2.3.6	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 10 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 20 A	1	282,39	282,39
5.2.3.7	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi</i> NG125, III+N <i>Calibre:</i> 40A <i>Sensibilidad:</i> 30 mA.	3	448.19	1344,57
5.2.3.8	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			192
5.2.3.9	Mano de obra	8	30	240
			Subtotal	5.601,45

**5.2.4 CUADRO AUXILIAR 2.1:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.2.4.1	Armario metálico de distribución <i>Marca:</i> Schneider electric <i>Modelo:</i> Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 450x600x230mm	1	166,63	166,63
5.2.4.2	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 2 A	1	3067.32	3067,32
5.2.4.3	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 16 A	1	252.29	252,29
5.2.4.4	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 16 A	1	395.75	395,75
5.2.4.5	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 40A	2	420.98	841,96
5.2.4.6	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 1 A	2	322,39	644,78
5.2.4.7	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 20 A	2	384,23	768,46
5.2.4.8	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 6 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 25 A	1	395,42	395,42
5.2.4.9	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi</i> NG125, III+N <i>Calibre:</i> 40A <i>Sensibilidad:</i> 30 mA.	3	448.19	1.344.57
5.2.4.10	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			240
5.2.4.11	Mano de obra	10	30	300
			Subtotal	6.532,61

**5.2.5 CUADRO AUXILIAR 2.2:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.2.5.1	Armario metálico de distribución <i>Marca:</i> Schneider electric <i>Modelo:</i> Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 450x600x230mm	1	166,63	166,63
5.2.5.2	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 2 A	1	307.32	307.32
5.2.5.3	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 16 A	2	252.29	504.58
5.2.5.4	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 16 A	2	395.75	791.5
5.2.5.5	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 20A	1	405.28	405.28
5.2.5.6	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 1 A	1	322,39	322,39
5.2.5.7	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 20 A	2	322,39	644.78
5.2.5.8	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 6 A	3	358,82	1076.46
5.2.5.9	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi</i> NG125, III+N <i>Calibre:</i> 25A <i>Sensibilidad:</i> 300 mA.	3	491.55	1474.65
5.2.5.10	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			192
5.2.5.11	Mano de obra	8	30	240
			Subtotal	7.072,61

**5.2.6 CUADRO AUXILIAR 3:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.2.6.1	Armario metálico de distribución <i>Marca:</i> Schneider electric <i>Modelo:</i> Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 800x600x200mm	1	354,63	354,63
5.2.6.2	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 2 A	1	367.32	367,32
5.2.6.3	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 16 A	11	252.29	2775,19
5.2.6.4	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 16 A	1	395.75	395,75
5.2.6.5	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 25A	3	473.48	1420,44
5.2.6.6	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi</i> NG125, III+N <i>Calibre:</i> 240A <i>Sensibilidad:</i> 30 mA.	3	478.26	1434,78
5.2.6.7	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi</i> NG125, III+N <i>Calibre:</i> 25A <i>Sensibilidad:</i> 30 mA.	2	367.31	752,62
5.2.6.8	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			192
5.2.6.9	Mano de obra	8	30	240
			Subtotal	7.932,73

**5.2.7 CUADRO AUXILIAR 3.1, 3.2 y 3.3:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.2.7.1	Armario metálico de distribución <i>Marca:</i> Schneider electric <i>Modelo:</i> Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 450x600x230mm	1	166,63	166,63
5.2.7.2	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 3KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 16 A	3	186.42	559,26
5.2.7.3	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 3 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 16 A	3	286.32	858,96
5.2.7.4	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 3 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 25 A	3	395.75	1187,25
5.2.7.5	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi</i> NG125, III+N <i>Calibre:</i> 25A <i>Sensibilidad:</i> 30 mA.	3	367.31	1101,93
5.2.7.6	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			120
5.2.7.7	Mano de obra	5	30	150
			Subtotal	4.144,03

5.2.8 CUADRO AUXILIAR 4:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.2.8.1	Armario metálico de distribución <i>Marca:</i> Schneider electric <i>Modelo:</i> Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 800x600x200mm	1	354,63	354,63
5.2.8.2	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 32 A	1	397.32	397,32



5.2.8.3	Interruptor automático Schneider electric Serie: NG125H Poder de Corte: 4.5 KA, Curva C, III+N Calibre: 32A	1	237.09	237,09
5.2.8.4	Interruptor automático Schneider electric Serie: NG125H Poder de Corte: 4.5 KA, Curva C, III+N Calibre: 16 A	2	395.75	791,5
5.2.8.5	Interruptor automático Schneider electric Serie: NG125N Poder de Corte: 4.5 KA, Curva C, I+N Calibre: 20A	2	405.28	810,56
5.2.8.6	Interruptor automático Schneider electric Serie: NG125N Poder de Corte: 4.5 KA, Curva C, III+N Calibre: 1 A	1	322,39	322,39
5.2.8.7	Interruptor automático Schneider electric Serie: NG125N Poder de Corte: 4.5 KA, Curva C, III+N Calibre: 32 A	3	365,42	1096,26
5.2.8.8	Interruptor automático Schneider electric Serie: NG125N Poder de Corte: 4.5 KA, Curva C, III+N Calibre: 25 A	2	358,82	717,64
5.2.8.9	Interruptor automático Schneider electric Serie: NG125N Poder de Corte: 4.5 KA, Curva C, III+N Calibre: 16 A	1	425,82	425,82
5.2.8.10	Interruptor automático Schneider electric Serie: NG125N Poder de Corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 63A	1	645,82	645,82
5.2.8.11	Interruptor diferencial Schneider electric Vigi NG125, III+N Calibre: 40A Sensibilidad: 30 mA.	2	448.19	896,38
5.2.8.12	Interruptor diferencial Schneider electric Vigi NG125, III+N Calibre: 63A Sensibilidad: 30 mA.	2	403.19	806,38
5.2.8.13	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			264
5.2.8.14	Mano de obra	11	30	330
			Subtotal	8.095,79

**5.2.9 CUADRO AUXILIAR 4.1:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.2.9.1	Armario metálico de distribución <i>Marca:</i> Schneider electric <i>Modelo:</i> Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 450x600x230mm	1	166,63	166,63
5.2.9.2	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 43 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 25 A	3	397.32	1191,96
5.2.9.3	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 3 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 1A	1	185.25	185,25
5.2.9.4	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 3 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 16 A	2	287.67	575,34
5.2.9.5	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 3 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 2A	1	267.83	267,83
5.2.9.6	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 1 A	1	322,39	322,39
5.2.9.7	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 3 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 32 A	3	347,38	1042,14
5.2.9.8	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 3KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 32 A	1	398,76	398,76
5.2.9.9	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 16 A	1	425,82	425,82
5.2.9.10	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi</i> NG125, III+N <i>Calibre:</i> 40A <i>Sensibilidad:</i> 30 mA.	2	448.19	896,38
5.2.9.11	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi</i> NG125, III+N <i>Calibre:</i> 20A <i>Sensibilidad:</i> 30 mA.	2	385.52	771,04



5.2.9.12	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			240
5.2.9.13	Mano de obra	10	30	300
			Subtotal	6.783,54

5.2.10 CUADRO AUXILIAR 5:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.2.10.1	Armario metálico de distribución <i>Marca:</i> Schneider electric <i>Modelo:</i> Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 800x600x200mm	1	354,63	354,63
5.2.10.2	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva B, I+N <i>Calibre:</i> 2 A	1	189.32	189,32
5.2.10.3	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 16A	1	265.42	265,42
5.2.10.4	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 10 A	2	256.67	513,34
5.2.10.5	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 6A	6	237.42	1424,52
5.2.10.6	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 32 A	6	322,39	1934,34
5.2.10.7	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 3 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 1 A	1	246,38	246,38
5.2.10.8	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 6 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 100 A	1	425,82	425,82



5.2.10.9	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi</i> NG125, I+N <i>Calibre:</i> 25A <i>Sensibilidad:</i> 30 mA.	1	376.19	376,19
5.2.10.10	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi</i> NG125, III+N <i>Calibre:</i> 25A <i>Sensibilidad:</i> 30 mA.	3	395.52	1186,56
5.2.10.11	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi</i> NG125, III+N <i>Calibre:</i> 40A <i>Sensibilidad:</i> 30 mA.	2	405.96	811,92
5.2.10.12	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			265
5.2.10.13	Mano de obra	10	30	330
			Subtotal	8.323,44

5.2.11 CUADRO AUXILIAR 6:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.2.11.1	Armario metálico de distribución <i>Marca:</i> Schneider electric <i>Modelo:</i> Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 800x600x200mm	1	354,63	354,63
5.2.11.2	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 3 KA, Curva B, I+N <i>Calibre:</i> 2 A	1	264.32	264,32
5.2.11.3	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125H <i>Poder de Corte:</i> 3 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 16A	1	295.61	295,61
5.2.11.4	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 3 KA, Curva C, III+N <i>Calibre:</i> 6A	8	305.42	2443,36
5.2.11.5	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N <i>Poder de Corte:</i> 4.5 KA, Curva C, I+N <i>Calibre:</i> 32 A	6	322,39	1934,34
5.2.11.6	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie:</i> NG125N	3	226.34	679,02



	<i>Poder de Corte: 3 KA, Curva C, I+N</i> <i>Calibre: 1 A</i>			
5.2.11.7	Interruptor automático Schneider electric <i>Serie: NG125N</i> <i>Poder de Corte: 4.5 KA, Curva C, III+N</i> <i>Calibre: 63A</i>	1	485,82	485,82
5.2.11.8	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi NG125, I+N</i> <i>Calibre: 25A</i> <i>Sensibilidad: 30 mA.</i>	1	376.19	376,19
5.2.11.9	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi NG125, III+N</i> <i>Calibre: 25A</i> <i>Sensibilidad: 30 mA.</i>	3	395.52	1186,56
5.2.11.10	Interruptor diferencial Schneider electric <i>Vigi NG125, III+N</i> <i>Calibre: 40A</i> <i>Sensibilidad: 30 mA.</i>	1	405.96	405,96
5.2.11.11	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			240
5.2.11.12	Mano de obra	10	30	300
			Subtotal	8.965,81

**TABLA RESUMEN CAPITULO II:**

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO II	IMPORTE (€)
5.2.1	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	11.590,45
5.2.2	CUADRO AUXILIAR 1	11.308,25
5.2.3	CUADRO AUXILIAR 2	5.601,45
5.2.4	CUADRO AUXILIAR 2.1	7.072,61
5.2.5	CUADRO AUXILIAR 2.2	6.532,61
5.2.6	CUADRO AUXILIAR 3	7.932,73
5.2.7	CUADRO AUXILIAR 3.1,3.2,3.3	4.144,03
5.2.8	CUADRO AUXILIAR 4	8.095,79
5.2.9	CUADRO AUXILIAR 4.1	6.783,54
5.2.10	CUADRO AUXILIAR 5	8.323,44
5.2.11	CUADRO AUXILIAR 6	8.965,81
	SUBTOTAL	85.948,71



5.3 CAPÍTULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES

5.3.1 CONDUCTORES:

Nº de orden	Descripción	Cantidad (metros)	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.3.1.1	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x185/95+95TT mm ² Cobre	8	57,054	456,43
5.3.1.2	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x70/35+35TT mm ² Cobre	23	36.83	847,09
5.3.1.3	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x16/16+16TT mm ² Cobre	142	25,85	3670.7
5.3.1.4	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x10/10+10TT mm ² Cobre	84	12,93	1.086,12
5.3.1.5	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x6/6+6TT mm ² Cobre	112	17,97	2.012,64
5.3.1.6	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x4/4+4TT mm ² Cobre	33	5,84	192,72
5.3.1.7	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x2.5/2.5+2.5TT mm ² Cobre	28	2,94	82,32
5.3.1.8	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x1.5/1.5+1.5TT mm ² Cobre	617	1.44	88,48
5.3.1.9	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 2x10+10TT mm ² Cobre	84	7.95	667,8
5.3.1.10	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 2x6+6TT mm ² Cobre	763	5.75	4.387,25
5.3.1.11	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 2x4+4TT mm ² Cobre	1109	4.85	5.378,65
5.3.1.12	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 2x2.5+2.5TT mm ² Cobre	229	3.25	744,25
5.3.1.13	<i>Marca:</i> Pirelli Retenax Flex Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 2x1.5+1.5TT mm ² Cobre	968	2.56	2.478,08



5.3.1.14	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 10 mm ² Cobre NEGRO	72	3.41	245,52
5.3.1.15	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 10 mm ² Cobre AZUL	24	3.41	81,84
5.3.1.16	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 10 mm ² Cobre VERDE-AMARILLO	24	3.41	81,84
5.3.1.17	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 6 mm ² Cobre NEGRO	80	3.97	317,6
5.3.1.18	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 6 mm ² Cobre AZUL	80	3.97	317,6
5.3.1.19	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 6 mm ² Cobre VERDE-AMARILLO	80	3.97	317,6
5.3.1.20	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 4 mm ² Cobre NEGRO	523	2.63	1.375,49
5.3.1.21	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 4 mm ² Cobre AZUL	523	2.63	1.375,49
5.3.1.22	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 4 mm ² Cobre VERDE-AMARILLO	523	2.63	1.375,49
5.3.1.23	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 2.5 mm ² Cobre NEGRO	94	2.12	199,28
5.3.1.24	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 2.5 mm ² Cobre AZUL	70	2.12	148,4
5.3.1.25	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 2.5 mm ² Cobre VERDE-AMARILLO	70	2.12	148,4
5.3.1.26	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 1.5 mm ² Cobre NEGRO	333	1.65	549,45
5.3.1.27	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 1.5 mm ² Cobre AZUL	333	1.65	549,45
5.3.1.28	Marca: <i>Pirelli Pirepol 3</i> Cable 450/750V Flexible 1.5 mm ² Cobre VERDE-AMARILLO	321	1.65	529,65
			Subtotal	26.034,93

**5.3.2 TUBOS:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad (metros)	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.3.2.1	Marca: Revi Tubo corrugado empotrable Ø 20 mm	662	0,25	165,5
5.3.2.2	Marca: Revi Tubo corrugado empotrable Ø 216 mm	2238	0,45	1.007,1
5.3.2.3	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			720
5.3.2.4	Mano de obra	30	30	900
			Subtotal	2.792,6

5.3.3 CANALIZACIONES:

Nº de orden	Descripción	Cantidad (metros)	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.3.3.1	Metros de Bandeja portacables Marca: Rejiband Modelo: Pemsas Dimensiones: 600x100 mm.	322	4,17	1342,74
5.3.3.2	Metros de Bandeja portacables Marca: Rejiband Modelo: Pemsas Dimensiones: 200x100 mm.	942	3,44	3240,48
5.3.3.3	Metros de Bandeja portacables Marca: Rejiband Modelo: Pemsas Dimensiones: 100x60 mm.	832	2,50	2080
5.3.3.4	Canaleta interior cuadro Marca: Unex. Dimensiones: 60x60 mm.	36	0.45	16.2
5.3.3.5	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			678
5.3.3.6	Mano de obra	80	30	2400
			Subtotal	9757,42

**5.3.4 TABLA RESUMEN CAPITULO III:**

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO III	IMPORTE (Euros)
5.3.1	CONDUCTORES	26.034,93
5.3.2	TUBOS	2.792,6
5.3.3	CANALIZACIONES	9757,42
	SUBTOTAL	38.584,95



5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA

5.4.1 PUESTA A TIERRA:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.4.1.1	Pica de tierra de 2 metros de longitud de acero-cobre. Incluido soldadura aluminotérmica CADWEL a la red de tierra, otros accesorios y mano de obra.	4	12,32	49,28
5.4.1.2	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, recibida en hormigón HM-20-E-40-2B de espesor 25 cm y 80 cm de profundidad. Incluido mano de obra.	4	26,27	105,08
5.4.1.3	Red de tierra constituida con cable de cobre desnudo de 50 mm de sección.	441	6,15	2712,12
5.4.1.4	Kits de soldadura aluminotérmica. Totalmente instalada.	20	7,36	147,20
5.4.1.5	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión. Incluido accesorios y mano de obra.	1	21,63	21,63
5.4.1.6	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			185
5.4.1.7	Mano de obra	8	30	240
			SUBTOTAL	3.460,31



5.5 CAPITULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO

5.5.1 ALUMBRADO INTERIOR:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.5.1.1	Lámparas fluorescentes Philips TBS460 3x20W D8-VH	133	179	23.807
5.5.1.2	Philips BBS490	25	321,84	8.046
5.5.1.3	Philips TMX400 2x58W F32 +GMX470 C-NB	2	57,00	114,00
5.5.1.4	Luminarias Philips MPK380 P-WB +GPK380 R D350 +GC	18	316,8	5.702,4
5.5.1.5	Philips HPK380 P-MB +GPK380 R D465 +GC	65	364.23	23.674,95
5.5.1.6	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			850
5.5.1.7	Mano de obra	150	30	4500
			Subtotal	66.694,35

**5.5.2 ALUMBRADO EXTERIOR:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.5.2.1	Philips SGS103 TP P5	6	37,45	224,7
5.5.2.2	Mazda SWF330 S	1	804,00	804,00
5.5.2.3	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			370
5.5.2.4	Mano de obra	4	30	120
			Subtotal	1.518,7

5.5.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.5.3.1	KIT EMERGENCIA LEGRAND 20W	11	29.90	328.9
5.5.3.2	KIT EMERGENCIA LEGRAND 58W	20	9.90	198
5.5.3.3	LUMINARIA DE EMERGENCIA ETAP K313 14N2	21	36	756
5.5.3.4	LUMINARIA DE EMERGENCIA ETAP K132	51	27	1.377
5.5.3.5	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			375
5.5.3.6	Mano de obra	20	30	600
			Subtotal	3.634,9

**5.5.4 TABLA RESUMEN CAPITULO V:**

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO V	IMPORTE (Euros)
5.5.1	ALUMBRADO INTERIOR	66.694,35
5.5.2	ALUMBRADO EXTERIOR	1.518,7
5.5.3	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	3.634,9
	SUBTOTAL	71.847,95



5.6 CAPITULO VI: ELEMENTOS VARIOS

5.6.1 TOMAS DE CORRIENTE, BASES, INTERRUPTORES:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.6.1.1	Caja de registro 67 x 67 Marca: Legrand	29	0,33	9,57
5.6.1.2	Toma corriente Monofásica 16 A (2P + T) Marca: Legrand	29	9.48	274,92
5.6.1.3	Toma corriente Monofásica 16 A doble (2P + T) Marca: Legrand	21	16,32	234,72
5.6.1.4	Toma corriente trifásica 16 A (3P + T) Marca: Legrand	6	11,08	66,48
5.6.1.5	Pulsador, 10A, 250V Marca: Legrand	17	13,22	224,74
5.6.1.6	Detector de presencia 230v Marca: Dinuy	10	27,11	271,1
5.6.1.7	Tele ruptor 16 A 2P Marca: Legrand	27	31,22	842,94
5.6.1.8	Interruptor unipolar, 10A, 250V Marca: Legrand	32	8,23	263,36
5.6.1.9	Conmutador, 10A, 250V Marca: Legrand	9	9,85	88,65
5.6.1.10	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			117
5.6.1.11	Mano de obra	35	30	1050
			Subtotal	2.093,84



5.7 CAPITULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

5.7.1 BATERÍA DE CONDENSADORES:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.7.1.1	VARSET 144 kvar 400V 18+36+2x45 Marca: SCHNEIDER ELECTRIC.	1	4160	4160
5.7.1.2	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			43
5.7.1.3	Mano de obra	2	30	60
			Subtotal	4.263



5.8 CAPITULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.8.1 OBRA CIVIL:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.1.1	Excavación de foso para alojar el edificio prefabricado, apertura por medios mecánicos, en cualquier tipo de terreno, retirada productos de la excavación y transporte a vertedero. Incluido accesorios y mano de obra. <i>Largura :6.9 m</i> <i>Anchura: 3.2 m</i> <i>Profundidad: 0.56 m</i>	1	855,00	855,00
			Subtotal	855,00

5.8.2 CASETA DEL CENTRO:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.2.1	Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-5/20, Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios. <i>Largura: 6,08 m</i> <i>Anchura: 2,380 m</i> <i>Profundidad: 3,045 m</i>	1	11.825,00	11.825,00
			Subtotal	11.825,00

**5.8.3 Equipo de MT:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.3.1	<p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm · Mando: manual tipo B <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	1	2.675,00	2.675,00
5.8.3.2	<p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 450 mm / 735 mm / 1740 mm · Mando: manual tipo B <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	1	2.675,00	2.675,00
5.8.3.3	<p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm · Mando (fusibles): manual tipo BR · Relé de protección: ekorRPT-201A <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	1	5.200,00	5.200,00



5.8.3.4	<p>Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexicionados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características</p> <ul style="list-style-type: none"> * Un = 24 kV * Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm <p>Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión</p>	1	6.150,00 €	6.150,00 €
5.8.3.5	<p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Un = 24 kV * In = 400 A * Icc = 16 kA / 40 kA * Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm <p>Mando: manual tipo B</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	1	2.675,00 €	2.675,00 €
5.8.3.6	<p>Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR</p>	1	950,00	950,00
5.8.3.7	<p>Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.</p>	1	950,00	950,00
			Subtotal	23.000,00

**5.8.4 EQUIPO DE POTENCIA :**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.4.1	<p>Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.</p> <p>Se incluye también una protección con Termómetro.</p>	1	9.450,00	9.450,00
			Subtotal	9.450,00

**5.8.5 EQUIPO DE BAJA TENSIÓN:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.5.1	<p>Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Interruptor manual de corte en carga de 630 A. · Salidas formadas por bases portafusibles: 1 Salida · Tensión nominal: 440 V · Aislamiento: 10 kV · Dimensiones: · Alto: 1820 mm · Ancho: 580 mm · Fondo: 300 mm 	1	2.700,00	2.700,00
5.8.5.2	Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.	1	1.050,00	1.050,00
5.8.5.3	Contador tarificador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.	1	2.831,00	2.831,00
5.8.5.4	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			150,00
			Subtotal	6.881,00

**5.8.6 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.6.1	<p>Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo</p> <p>El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Geometría: Anillo rectangular * Profundidad: 0,8 m * Número de picas: ocho * Longitud de picas: 8 metros · Dimensiones del rectángulo: 7.0x3.5 m 	1	2.025,00	2.025,00
5.8.6.2	<p>Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Geometría: Picas alineadas * Profundidad: 0,5 m * Número de picas: dos * Longitud de picas: 2 metros * Distancia entre picas: 3 metros 	1	630,00	630,00
5.8.6.3	Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamentada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora	1	925,00	925,00
5.8.6.4	Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.	1	925,00	925,00
5.8.6.5	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			87
5.8.6.6	Mano de obra	7	30	210
			Subtotal	4.505,00

**5.8.7 VARIOS**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.7.1	Protección metálica para defensa del transformador.	1	283,00	283,00
5.8.6.2	Equipo de iluminación compuesto de: · Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. · Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.	1	600,00	600,00
5.8.6.3	Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: · Banquillo aislante · Una palanca de accionamiento · Armario de primeros auxilios ·	1	450,00	450,00
5.8.6.4	Partida de pequeño material empleado para ejecutar la instalación			115
5.8.6.5	Mano de obra	5	30	150
			Subtotal	1598,00

**5.8.8 TABLA RESUMEN CAPITULO IIIV:**

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO V	IMPORTE (Euros)
5.8.1	OBRA CIVIL	855,00
5.8.2	CASETA DEL CENTRO	11.825,00
5.8.3	Equipo de MT	23.000,00
5.8.4	EQUIPO DE POTENIA	9.450,00
5.8.5	EQUIPO DE BAJA TENSION	6.881,00
5.8.6	PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	4.505,00
5.8.7	VARIOS	1598,00
	SUBTOTAL	56.694,00



5.9 CAPITULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.9.1 SEGURIDAD Y SALUD:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.9.1.1	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas.	4	3,73	14,92
5.9.1.2	Arnés de seguridad con amarre dorsal + amarre torsal + amarre lateral, acolchado y cinturón giro 180º para trabajos de electricidad, fabricado con fibra de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable.	2	54,45	108,9
5.9.1.3	Placa Reglamentarias “Peligro de Muerte” o “Primeros Auxilios”	4	12,20	48,80
5.9.1.4	Señal triangular y soporte Señal de seguridad triangular de L= 70 cm, normalizada, con trípode tubular, colocación y desmontaje según RD. 485/97.	1	15,96	15,96
5.9.1.5	Gafas protectoras contra impactos, incolores.	2	3,14	6,28
5.9.1.6	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas.	2	0,81	1,62
5.9.1.7	Protectores auditivos con arnés a la nuca	10	3,12	31,20
5.9.1.8	Juego de tapones antirruido de silicona ajustables.	10	1,41	14,10
5.9.1.9	Faja protección lumbar.	2	2,80	5,60
5.9.1.10	Chaleco de trabajo de poliéster-algodón.	4	13,50	54,00
5.9.1.11	Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica.	2	2,63	5,26
5.9.1.12	Cinturón portaherramientas.	1	5,89	5,89
5.9.1.13	Mono de trabajo, de una pieza de poliéster-algodón.	5	15,29	76,45



5.9.1.14	Par guantes de uso general de maniobra	5	98	490,00
5.9.1.15	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, amortizable en tres usos.	8	24,50	196,00
5.9.1.16	Banqueta aislante para maniobrar la aparamenta	2	150,50	301,00
5.9.1.17	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante.	2	3,45	6,90
5.9.1.18	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 Kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. medida la unidad instalada.	1	22,84	22,84
			Subtotal	1.405,72

**5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN:**

ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (Euros)
CAPÍTULO I	ACOMETIDA	1.888,26
CAPÍTULO II	PROTECCIONES	85.948,71
CAPÍTULO III	CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES	38.584,95
CAPÍTULO IV	PUESTA A TIERRA	3.460,31
CAPÍTULO V	EQUIPOS DE ALUMBRADO	71847,95
CAPÍTULO VI	ELEMENTOS VARIOS	2093,84
CAPÍTULO VII	COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	4.263
CAPÍTULO VIII	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	56.694,00
CAPÍTULO IX	EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	1.405,72
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	266186,74
	GASTOS GENERALES (7%)	18633,07
	BENEFICIO INDUSTRIAL (7,5%)	19964,01
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA SIN IVA	304783,81
	IVA (21%)	64004,6
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	311188,41
	REDACCIÓN DEL PROYECTO (3,5%)	10667,43
	DIRECCIÓN DE LA OBRA (3,5%)	10667,43
TOTAL	PRESUPESTO TOTAL	332523,27

El total del presente presupuesto asciende a la cantidad de “TRESCIENTOS TREINTA Y DOS MIL QUINIENTOS VEINTITRÉS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS”

PETICIONARIO

Ingeniero Técnico
David López Ortega

En Pamplona a 24 de Junio de 2014



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL”

DOCUMENTO Nº 6: Estudio Básico de Seguridad y Salud

Alumno: David López Ortega

Tutor: Amaia Pérez Ezkurdia

Pamplona, Junio 2014



6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD:

ÍNDICE:

6.1 OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	3
6.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE REFERENCIA	3
6.2.1 AUTOR.....	3
6.2.2 NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTO	3
6.3 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	4
6.4 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN.....	5
6.5 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES EN EL TRABAJO.....	6
6.5.1 EL TRABAJO	6
6.5.2 LA SALUD.....	6
6.5.3 LOS RIESGOS PROFESIONALES	6
6.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	9
6.6.1 FACTORES DE SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO	9
6.6.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO.....	9
6.6.3 RIESGO ELÉCTRICO.....	10
6.6.4 RIESGO DE INCENDIO	10
6.7 MEDIO AMBIENTE FÍSICO.....	12
6.7.1 RUIDO.....	12
6.7.2 VIBRACIONES	12
6.7.3 RADIACIONES	12
6.7.4 CONDICIONES TERMO-HIGIÉNICAS	13
6.8 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS	14
6.8.1 CONTAMINANTES QUÍMICOS	14
6.8.2 CONTAMINANTES BIOLÓGICOS.....	14
6.9 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN	15
6.9.1 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	15
6.9.2 FORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD	15
6.10 ESPACIO DE TRABAJO.....	16
6.11 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO.....	17
6.11.1 NORMAS GENERALES	17



6.11.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CAIDAS	18
6.11.3 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES OCULARES.....	18
6.11.4 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CORTE.....	19
6.11.5 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR ATRAPAMIENTO	19
6.11.6 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CON HERRAMIENTAS MANUALES.....	19
6.11.7 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS PORTÁTILES ELÉCTRICAS.....	20
6.11.8 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS NEUMÁTICAS.....	20
6.11.9 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS.....	20
6.11.10 PREVENCIÓN EN ALMACENAMIENTOS	21
6.11.11 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS	21



6.1 OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD:

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

6.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE REFERENCIA:

6.2.1 AUTOR:

La orden de encargo correspondiente, designa al Ingeniero Técnico David López Ortega como encargado redactor del Proyecto y del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

6.2.2 NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTO:

El número total de trabajadores en obra se calcula en veinticinco por lo que no se prevé que haya nunca más de veinte simultáneamente, a los efectos de lo dispuesto en el artículo 4.1.b del Real Decreto Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. De ellos, no todos han de usar los mismos equipos de protección individual, sino que el uso de los mismos dependerá de las tareas y funciones que tengan encomendadas. En este número quedan englobadas todas las personas intervinientes en el proceso con independencia de su afiliación empresarial o sistema de contratación.



6.3 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO:

El punto de partida para el desarrollo de las funciones del nivel básico de la actividad preventiva es el conocimiento de los conceptos y aspectos más generales relativos a la seguridad y a salud laboral y la prevención de los riesgos derivados del trabajo en la empresa.

Objetivos:

- Conocer los conceptos fundamentales que conforman el campo de la seguridad y salud laboral.
- Identificar la normativa básica que regula la materia de la seguridad y salud laboral.

La salud, en líneas generales, es el resultado de un proceso de desarrollo individual de la persona, que se puede ir logrando o perdiendo en función de las condiciones que le rodean, es decir, su entorno y su propia voluntad.

La seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional, o dicho de otra manera, la eliminación de toda posibilidad de daño a las personas o bienes, como consecuencia de circunstancias o condiciones de trabajo.

Una vez definido seguridad y salud, se deben de ver los posibles riesgos que se pueden tener en el trabajo, identificarlos en la nave del presente proyecto, y dar unas soluciones para minimizar lo máximo posible el riesgo de daño a personas o bienes.



6.4 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN:

Existen elementos energéticos agresivos presentes en el medio ambiente y generados por fuentes concretas. Estas energías son mecánicas, térmicas y/o electromagnéticas. Las más destacables son:

- Ruido.
- Vibraciones.
- Iluminación.
- Condiciones ambientales (Termo higrométricas).
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Caídas al mismo nivel.

Una vez visto los tipos de riesgos, es necesario poner medidas de seguridad, y para ello es conveniente:

- Identificar y valorar los diferentes factores de riesgo presentes en la actividad laboral y los daños que puedan ocasionar en la salud de los trabajadores.
- Reconocer las situaciones de riesgo para proponer y desarrollar acciones de prevención eficaces.



6.5 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO:

6.5.1 EL TRABAJO:

El trabajo es la actividad que realiza el hombre transformando la naturaleza para su beneficio, buscando satisfacer necesidades humanas, mejorar la calidad de vida, satisfacción personal...

Esta actividad puede provocar efectos no deseados sobre la salud de los trabajadores, ya sea por la pérdida o ausencia de trabajo (hoy en día la precariedad del mercado laboral y el paro suponen un importante problema para la salud, con repercusiones individuales, familiares y sociales) o por las condiciones en las cuales se realiza (accidentes, enfermedades derivadas del entorno laboral).

Aunque las formas de entender el trabajo han variado a lo largo de la historia, el trabajo presenta dos características fundamentales:

- **Tecnificación:** invención y uso de máquinas, herramientas y equipos de trabajo que facilitan la realización de las distintas tareas para la transformación de la naturaleza.
- **Organización:** planificación de la actividad laboral. Coordinando las tareas de los distintos trabajadores se consiguen mejores resultados.

Cuando no se controlan adecuadamente ambos efectos o no funcionan con corrección, aparecen riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores.

6.5.2 LA SALUD:

La salud es según la Organización Mundial de la Salud el estado completo de bienestar físico, mental y social. Así pues, debemos considerar la salud como un proceso permanente de desarrollo. No es fruto del azar y se puede perder y recuperar, según las condiciones laborales de cada trabajador.

6.5.3 LOS RIESGOS PROFESIONALES:

Se trata de las situaciones que pueden romper el equilibrio físico, psíquico y social de los trabajadores.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales lo describe así:



“Posibilidad de que un trabajador sufra un daño derivado de su trabajo. La calificación de su gravedad dependerá de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.”

El otro concepto relacionado a la prevención de riesgos es el **peligro**, que se define como propiedad o aptitud intrínseca de algún elemento de trabajo para ocasionar daños. En ocasiones se confunden estos dos términos.

a) Condiciones de trabajo:

Son cualquier característica del trabajo mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajo.

Ellas son:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos y otros útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades.
- Los procedimientos para el uso de los agentes citados que influyan en la generación de riesgos.
- Aquellas características del trabajo, incluidas aquellas relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto un trabajador.

b) Factores de riesgo:

Es el elemento o conjunto de variables que están presentes en las condiciones de trabajo y que pueden originar una disminución del nivel de salud del trabajador. El estudio de estos factores se divide en 5 grupos:

- 1) Condiciones de seguridad: Son las condiciones materiales que pueden dar lugar a un accidente en el trabajo.
 - Lugar y superficie de trabajo.
 - Máquinas y equipos de trabajos.
 - Riesgos eléctricos.
 - Manipulación, transporte,...
- 2) Medio ambiente físico del trabajo: Aparecen de forma natural o modificados por el proceso de producción.
 - Condiciones de temperatura, humedad, ventilación.
 - Iluminación.
 - Ruido.



- Vibraciones.
 - Radiaciones (ionizantes o no)
- 3) Contaminantes: Son elementos extraños al organismo humano capaces de producir alteraciones a la salud. Pueden ser:
- Contaminantes químicos, o las sustancias químicas que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso puedan incorporarse al ambiente en forma de aerosol, gas o vapor y afectar a la salud de los trabajadores. Su vía de entrada al organismo suele ser la respiratoria, pero también a través de la piel o por el aparato digestivo.
 - Contaminantes biológicos, o los microorganismos que pueden estar presentes en el ambiente del trabajo y originar alteraciones en la salud, como pueden ser bacterias, virus, pelos de animales, o polen y polvo de los vegetales.
- 4) Exceso de carga física o mental: Tienen que ver con la organización y estructura empresarial, que suelen afectar en el ámbito físico y mental debido a los esfuerzos realizados por el trabajador.
- Carga física, esfuerzos físicos de todo tipo así como situación estática.
 - Carga mental, nivel de exigencia psíquica de la tarea (monotonía, falta de autonomía,...)
- 5) Factores organizativos que afectan al tipo de jornada, horarios, decisiones a tomar, etc.: Para la prevención de estos factores de riesgo hay unas técnicas específicas a cumplir:
- Seguridad en el trabajo.
 - Higiene industrial.
 - Medicina del trabajo.
 - Psicosociología.
 - Ergonomía.

Se deben adoptar las medidas necesarias para cumplir estos requisitos así previniendo los riesgos.



6.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD:

6.6.1 FACTORES DE SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO:

En el trabajo siempre se deberá cumplir:

- Condiciones constructivas, el diseño y características constructivas de los lugares de trabajo, como ofrecer seguridad frente a riesgo de resbalones o caídas, choques, golpes, derrumbamientos,... esos elementos son la seguridad estructural, espacios de trabajo en zonas peligrosas, suelos, aberturas, desniveles y barandillas, tabiques y ventanas, puertas, rampas, escaleras de mano, condiciones de protección contra incendios, acceso para minusválidos, instalación eléctrica,...
- Orden, limpieza y mantenimiento, en todas las zonas del trabajo.
- Señalización de seguridad y salud.
- Instalaciones de servicio y protección.
- Condiciones ambientales, temperatura, ruido, contaminantes,...
- Iluminación.
- Servicios higiénicos y locales de descanso, como fuentes de agua potable, vestuarios, locales al aire libre,...
- Material y locales de primeros auxilios.

6.6.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO:

Se debe tener en cuenta:

- Las condiciones características específicas del trabajo que se desarrolle.
- Los riesgos existentes para la seguridad y la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- Las adaptaciones necesarias para su uso por trabajadores discapacitados.

Para **disminuir** la tasa de siniestralidad laboral en lo referente a los accidentes que se producen a causa de fallos de seguridad relacionados con las máquinas se necesita:

- Seguridad en el producto, el mercado CE garantiza la comercialización de máquinas y equipos que vengan de fábrica con los requisitos de seguridad necesarios para proteger a los trabajadores.
- Instalación, siguiendo instrucciones del fabricante y en los lugares apropiados.
- Mantenimiento, por personal especializado.
- Uso adecuado, por el personal autorizado.



6.6.3 RIESGO ELÉCTRICO:

Existen dos **tipos** de contacto eléctrico:

- Directo, con las partes activas de los materiales y equipos.
- Indirecto, con partes puestas accidentalmente bajo tensión.

Para **evitar** en la medida de lo posible los riesgos de los contactos eléctricos hay que:

- Alejar las partes activas, para evitar contactos fortuitos.
- Aislarlas también con recubrimientos apropiados.
- Interponer obstáculos para impedir contactos accidentales.

6.6.4 RIESGO DE INCENDIO:

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos debe informarse de la situación de las canalizaciones de agua, gas y electricidad, como instalaciones básicas o de cualquier otra de distinto tipo que tuviese el edificio y que afectase a la zona de trabajo.

Caso de encontrar canalizaciones de gas o electricidad se señalarán convenientemente y se protegerán con medios adecuados.

Se establecerá un programa de trabajo claro que facilite un movimiento ordenado en el lugar de los mismos, de personal, medios auxiliares y materiales, es aconsejable entrar en contacto con el representante local de los servicios que pudieran verse afectados para decidir de común acuerdo las medidas de prevención que hay que adoptar.

En todo caso, el contratista ha de tener en cuenta que **los riesgos de explosión** de un espacio subterráneo se incrementan con la presencia de:

- Canalizaciones de alimentación de agua.
- Cloacas.
- Conductas eléctricas para iluminación de vías públicas.
- Sistemas de semáforos.
- Canalizaciones de servicios de refrigeración.
- Canalizaciones de vapor.
- Canalizaciones para hidrocarburos.

Para paliar los riesgos antes citados, se tomarán las siguientes **medidas de seguridad**:

- Se establecerá una ventilación forzada que obligue a la evacuación de los posibles vapores inflamables.
- No se encenderán máquinas eléctricas, ni sistemas de iluminación, antes de tener constancia de que ha
- desaparecido el peligro.



- En casos muy peligrosos se realizarán mediciones de la concentración de los vapores del aire.

Está presente en cualquier actividad. Cuando estos rasgos se presentan es más fácil que se produzca un incendio:

- Combustible presente (cualquier sustancia capaz de arder).
- Comburente (sustancia que hace que otra entre en combustión).
- Fuente de calor (foco de calor).
- Reacción en cadena (proceso que acelera la propagación del fuego).

Factores a tener en cuenta en la actuación contra el incendio:

- Diseño, estructura y materiales de construcción de las instalaciones.
- Situación del centro de trabajo, tipo de actividad, edificios colindantes,...
- Detección y alarma, cualquier incendio es controlable si se detecta y localiza a tiempo, antes de propagarse y alcanzar grandes dimensiones.
- Medios de extinción, como son los equipos portátiles (extintores), instalaciones fijas (bocas de incendio, columnas secas, rociadores,...).
- Evacuación del personal, para evitar daños en la salud de los trabajadores se debe tener un plan de evacuación.



6.7 MEDIO AMBIENTE FÍSICO:

6.7.1 RUIDO:

Las características del sonido que hacen diferentes unos ruidos de otros son:

- **Frecuencia:** es la periodicidad en que se repite una oscilación sonora. Se mide en hertzios y determina el tono. Las frecuencias altas o agudas son las más graves para la salud.
- **Intensidad:** fuerza de vibración sonora. Se mide en decibelios y determina el grado de presión o energía sonora. Clasifica los sonidos en fuertes o débiles.

6.7.2 VIBRACIONES:

Son oscilaciones de partículas alrededor de un punto, en un medio físico equilibrado cualquiera. Se producen por el efecto propio del funcionamiento de una máquina o equipo. Pueden producir varios efectos:

- Muy baja frecuencia (menos de 2 hercios): alteraciones del sentido del equilibrio, provocando mareos, náuseas y vómitos (movimiento de balanceo de coches, barcos,...).
- Baja y media frecuencia (de 2 a 20 hercios): afectan sobre todo a la columna vertebral, aparato digestivo y visión (vehículos y maquinaria industrial, tractores, obras públicas).
- Alta frecuencia (de 20 a 300 hercios): pueden producir quemaduras por rozamiento y problemas vasomotores).

6.7.3 RADIACIONES:

Son ondas de energía que inciden sobre el organismo humano, pudiendo llegar a producir efectos dañinos para la salud de los trabajadores. Existen dos tipos:

- Radiaciones ionizantes: ondas de alta frecuencia (rayos X, rayos g, partículas atómicas,...) que tienen gran poder energético ya que pueden transformar la estructura de los átomos provocando la expulsión de electrones de su órbita. Los efectos para la salud dependen de la dosis absorbida por el organismo. Puede afectar tanto a los tejidos como a los órganos. Provocando desde náuseas, vómitos y cefaleas hasta alteraciones cutáneas y cáncer.
- Radiaciones no ionizantes: son ondas de baja o media frecuencia (microondas, infrarrojos, ultravioleta,...) que poseen poca energía (no



producen la ionización de la materia. Pueden provocar efectos térmicos o irritaciones en la piel hasta conjuntivitis, quemaduras graves, cáncer de piel.

6.7.4 CONDICIONES TERMO-HIGIÉNICAS:

Son las condiciones físicas ambientales de la temperatura, humedad y ventilación, en las que se desarrolla un trabajo. Hay diferentes variables que deben considerarse de forma global:

- Temperatura del aire, humedad del aire, temperatura de paredes y objetos, velocidad del aire, actividad física, clase de ropa.
- Unas malas condiciones pueden provocar efectos negativos para la salud como resfriados, deshidratación, golpes de calor,... o efectos en la conducta como aumento de la fatiga.



6.8 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS:

6.8.1 CONTAMINANTES QUÍMICOS:

Son sustancias constituidas por materia inerte que pueden estar presentes en el aire que respiramos de forma sólida, líquida o gaseosa. Se pueden incorporar en el ambiente al transportarse, fabricación, almacenamiento o uso.

Las **vías de entrada** en este organismo son:

- Vía respiratoria, nariz, boca laringe, pulmones,...
- Vía dérmica, se incorpora el contaminante a la sangre a través de la piel.
- Vía digestiva, todo el aparato digestivo mas las mucosidades del sistema respiratorio.
- Vía parenteral, penetración por llagas, heridas o punciones.

Los **efectos** de estos contaminantes son:

- Irritantes, hinchazón de la zona de contacto.
- Asfixiantes, impide la llegada de oxígeno a las células y altera los mecanismos oxidativos biológicos.
- Anestésicos, depresores del sistema nervioso central.
- Corrosivos, destruyen los tejidos con los que entran en contacto.
- Neumoconióticos, partículas sólidas que se acumulan en las vías respiratorias.
- Sensibilizantes, producen reacciones alérgicas.
- Cancerígenas, pueden ser mutágenos (modificaciones hereditarias) y teratógenos (producen malformaciones en la descendencia).
- Tóxicos sistémicos, alteran órganos y sistemas específicos.

6.8.2 CONTAMINANTES BIOLÓGICOS:

Son microorganismos o partes de seres vivos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones. Son bacterias, virus y hongos, que penetran en el organismo y producen cualquier tipo de infección.



6.9 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN:

6.9.1 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS:

- 1) **Medicina preventiva:** Las posibles enfermedades profesionales que puedan originarse en esta obra son las normales que trata la medicina del trabajo y la higiene industrial. Todo ello se resolverá de acuerdo con los servicios de prevención de empresa quienes ejercerán la dirección y el control de las enfermedades profesionales, tanto en la decisión de utilización de los medios preventivos como la observación médica de los trabajadores.
- 2) **Primeros auxilios:** Para atender a los primeros auxilios existirá un botiquín de urgencia según el número de trabajadores situado en los aseos, y se comprobará que, entre los trabajadores presentes en la obra, uno, por lo menos, haya recibido un curso de socorrismo.

Como Centros Médicos de urgencia próximos a la obra se señalan los siguientes:

- **Clínica Ubarmin:** 1,8 km, 848 428111

CTRA AOIZ s/n, PLANTA BAJA
31486 - ELCANO/EGUES, NAVARRA

- **Complejo Hospitalario de Navarra:** 19,4 km, 848 422100

C/ Irunlarrea, 3 - 31008 Pamplona, NAVARRA

6.9.2 FORMACION SOBRE SEGURIDAD:

El Plan se especificará en el Programa de Formación de los trabajadores y asegurará que estos conozcan el plan. También con esta función preventiva se establecerá el programa de reuniones del Comité de Seguridad y Salud.

La formación y explicación del Plan de Seguridad será por un técnico de seguridad. El empresario deberá también analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de personal.



6.10 ESPACIO DE TRABAJO:

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

- 3 metros de altura desde el piso hasta el techo .No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.
- 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.



6.11 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO:

6.11.1 NORMAS GENERALES:

- a) Todo aviso o señal de seguridad constituye una norma, por lo que se debe cumplir en todo momento.
- b) Todo trabajador debe cumplir las indicaciones dadas por su superior en cuanto a métodos de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- c) Cualquier rotura, daño o defecto producido sobre las instalaciones, trabajadores, máquinas, etc..., deben ser comunicados de inmediato al personal responsable.
- d) El lugar o puesto de trabajo debe mantenerse en todo momento ordenado y limpio.
- e) El tránsito de personal por el taller debe efectuarse por los pasillos señalizados a tal efecto, y bajo ningún concepto se permite correr. Los pasillos y las calles deben estar libres de obstáculos.
- f) Cualquier herida o lesión, por leve que sea, debe ser tratada de inmediato en el botiquín (primeros auxilios) por el personal responsable.
- g) Sólo se puede comer y beber durante el tiempo establecido a tal efecto, en los recintos donde está expresamente permitido.
- h) Durante el tiempo de trabajo está totalmente prohibido ingerir bebidas alcohólicas y productos de naturaleza narcótica. Tampoco se permitirá la entrada al trabajador que se encuentre en estado de embriaguez.
- i) No se debe penetrar en los recintos cerrados ni en los de paso restringido al personal autorizado.
- j) En recintos donde se almacenan materias fácilmente inflamables está terminantemente prohibido fumar.
- k) Se debe conocer perfectamente el funcionamiento y ubicación de los extintores.
- l) No se debe usar el aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar virutas.
- m) Queda totalmente prohibido detenerse debajo de cargas suspendidas en el aire.
- n) En los puestos donde se requiere, es obligatorio el uso de equipo de protección personal.



- o) No se debe apilar o dejar material fuera de los lugares señalados.
- p) Para la extracción de líquidos corrosivos, deben emplearse dispositivos que eviten salpicaduras, como son los volcadores, sifones,...
- q) Revisar las herramientas de trabajo para asegurarse de su correcto estado de utilización.

6.11.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CAÍDAS:

- a) Mantener el lugar o puesto de trabajo limpio, especialmente de grasa, aceite u otros líquidos.
- b) Al subir o bajar escaleras fijas, apoyar toda la superficie del pie para evitar torceduras o resbalamientos. No correr en los desplazamientos.
- c) No pisar objetos o zonas que carezcan de rigidez.
- d) Señalizar y/o tapar los huecos que supongan riesgos de caídas.
- e) Los pasillos y zonas de paso deben estar despejadas.
- f) Si se debe acceder a algún punto de altura, emplear plataformas o escaleras perfectamente apuntadas, pero nunca se deben encaramar a las máquinas o estanterías, ni emplear taburetes, sillas, mesas o cajas, etc.
- g) Al transportar una carga, procurar que no impida la visión.

6.11.3 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES OCULARES:

- a) Las gafas de protección se usarán con todos sus componentes, sin desmontar sus protecciones laterales, y su obligatoriedad será fijada mediante carteles indicativos.
- b) El buen uso y conservación es responsabilidad del usuario. En caso de necesitarlo el operario, las gafas se proveerán con cristales graduados.
- c) Está prohibido retirar las protecciones contra la proyección de partículas de que disponen diversas máquinas.
- d) El uso de las gafas es obligatorio cuando se trabaja con máquinas que carecen de protección contra la proyección de partículas.



6.11.4 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CORTE:

- a) En la manipulación de tablones deben emplearse toda clase de protecciones contra los cortes, como son guantes, manguitos, botas, etc.
- b) Manipular las piezas de tamaño mediano y grande de una en una. Si la pieza se desliza no se debe intentar sujetarla.
- c) El uso de guantes es estrictamente obligatorio durante el manejo de tablones punzantes, cortantes o con aristas vivas.
- d) Las virutas de las máquinas se deben retirar con ganchos provistos de cazoletas que protejan la mano. Bajo ningún pretexto se utilizarán las manos para retirarlas.

6.11.5 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR ATRAPAMIENTO:

- a) Se debe tener precaución con el movimiento de elementos que pueden atrapar algún miembro por compresión.
- b) Se debe tener precaución con los elementos de máquinas o instalaciones en donde el movimiento de traslación o rotación pueda arrastrar al trabajador por enganche de un miembro o parte de su vestimenta.
- c) No se debe acompañar con las manos desplazamientos automáticos de piezas y máquinas.
- d) Se debe tener precaución con el movimiento de los componentes de máquinas en los que puedan entrar o quedar atrapadas cualquier parte del cuerpo.

6.11.6 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CON HERRAMIENTAS MANUALES:

- a) Las herramientas manuales sólo se deben emplear para el fin por el que se han concebido, y nunca con segundas aplicaciones ni fines auxiliares. Por ello debe procurarse que no tengan defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización.
- b) Todas las herramientas manuales deben permanecer perfectamente limpias; en el momento de utilizarlas, las manos deberán estar secas y limpias de grasas o aceites que impidan la seguridad en la sujeción.
- c) Las herramientas cortantes o punzantes se mantendrán debidamente afiladas y deberán carecer de rebabas. Cuando no se utilicen estarán provistas de fundas protectoras para filos o puntas.



6.11.7 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS PORTÁTILES ELÉCTRICAS:

- a) Los enchufes y alargaderas eléctricas deben ser inspeccionados periódicamente, revisando la funda protectora de los hilos, y las conexiones de las clavijas.
- b) Se debe evitar poner las máquinas sobre lugares húmedos.
- c) Las tomas de corriente nunca se deben efectuar directamente con los cables, sino con clavijas normalizadas.
- d) En trabajos con amoladora, pulidoras, etc., el operario deberá mantenerse siempre fuera del plano de rotación del disco.
- e) Al trabajar con estas herramientas en lugares húmedos o en locales donde se suda mucho, se deben utilizar transformadores que reduzcan la tensión a menos de 50 voltios.
- f) En caso de avería, los cables no se deben reparar con cinta aislante, ya que con el tiempo se reseca, pierde el poder adhesivo y absorbe la humedad; lo correcto es reemplazarlos por otros nuevos.

6.11.8 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS NEUMÁTICAS:

- a) Los racores y la herramienta deben estar bien acoplados a la máquina, por ello se deben revisar periódicamente.
- b) Nunca se debe doblar la manguera para cortar el aire, sino que se debe interrumpir desde la fuente de alimentación.
- c) Las mangueras de aire comprimido se mantendrán fuera de los pasillos y de paso con objeto de no tropezar con ellas ni de que puedan ser atrapadas por ruedas de vehículos y, en consecuencia, ser dañadas.
- d) No se debe dirigir el aire a presión hacia las demás personas.

6.11.9 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE MÁQUINAS-HERRAMINETAS:

- a) Antes de poner en marcha una máquina, se deben conocer las operaciones se han de realizar y su correcto empleo.
- b) Debe prestarse la máxima atención al proceso de trabajo establecido para cada operación.



- c) No se debe iniciar ningún trabajo sin que las protecciones de la máquina estén correctamente colocadas.
- d) En operaciones con máquinas herramientas, el operario debe llevar la ropa de trabajo (buzo) bien ajustado al cuerpo, con las mangas ajustadas a la muñeca y sin que los cinturones tengan libres o sueltos los extremos.

6.11.10 PREVENCIÓN EN ALMACENAMIENTOS:

- a) Al almacenar los materiales se deberá cuidar:
 - Obstruir el acceso a las tomas de agua, extintores, llaves contraincendio, cuadros eléctricos, interruptores, cajas de fusible, válvulas, máquinas, etc.
 - Bloquear los equipos de primeros auxilios, puertas o salidas de personal, pasillos, etc.
 - Dejar ocultos carteles informativos, señales de seguridad, indicaciones, etc.
- b) Al almacenar materiales pesados, se debe tener en cuenta que los pisos inferiores sean más resistentes.
- c) Almacenar correctamente para evitar los riesgos de accidentes debidos al paso de trabajadores y carretillas.
- d) Tipo de apilado:
 - **Cruzado:** Se coloca una capa de materiales en ángulo recto con la capa inmediatamente inferior.
 - **De bidones:** De pie con el tapón hacia arriba; entre fila y fila habrán de ir tablas de madera como soporte y protección.

6.11.11 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS:

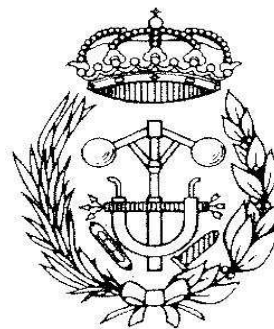
- a) Bajo ningún concepto se deben tocar los conductores eléctricos desnudos.
- b) Nunca se deben manipular las instalaciones eléctricas; es tarea del personal especializado.
- c) Cualquier instalación, máquina o aparato eléctricos deben ser inspeccionados detenidamente antes de su utilización, así como sus cables y anclajes.
- d) Si se observa alguna chispa, desconectar y solicitar la revisión por los expertos.
- e) No colocar los cables sobre hierro, tuberías, chapas o muebles metálicos.



- f) Al desconectar un aparato, tirar de la clavija, nunca del cable.
- g) No se debe reparar un fusible, sino sustituirlo por otro nuevo.
- h) Nunca se debe apagar un incendio de origen eléctrico con agua. Se deben utilizar extintores de anhídrido carbónico o de polvo.
- i) Cómo proceder en caso de accidente eléctrico por contacto.
 - Desconectar la corriente.
 - Alejar al accidentado por contacto, empleando materiales aislantes, guantes de goma, madera seca, etc. No tocarlo sin estar aislados.
 - Practicar la respiración artificial inmediatamente.
 - Avisar al médico.
- j) Las cinco reglas básicas contra riesgos eléctricos.
 - Antes de utilizar cualquier aparato o instalación eléctrica, hay que asegurarse de su perfecto estado.
 - Para utilizar un aparato o instalación eléctrico, sólo se deben manipular los elementos de mano previstos para tal fin.
 - No se deben emplear aparatos eléctricos ni instalaciones eléctricas cuando accidentalmente se encuentren mojadas, o cuando la misma persona tenga las manos o los pies húmedos.
 - En caso de avería o incidente, se debe cortar la corriente como primera medida, después avisar al personal especializado.
 - En caso de avería de la instalación o de la herramienta, se debe llamar al electricista, no se debe utilizar la instalación y se ha de impedir que otros la utilicen.

Pamplona, 24 de Junio de 2014

David López Ortega



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL”

DOCUMENTO Nº 7: BIBLIOGRAFIA

Alumno: David López Ortega

Tutor: Amaia Pérez Ezkurdia

Pamplona, Junio de 2014



7. BIBLIOGRAFÍA:

ÍNDICE:

7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS	2
7.2 PÁGINAS WEB.....	4



7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS:

- RBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobrecargas.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996(UNE - NP): Aparatos de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE - NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparatos de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1(UNE): Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898 (UNE - NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección de leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.



- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Normas Tecnológicas de la edificación.
- Fernando Martínez Domínguez, Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales. Ed. Paraninfo.
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “Iberdrola distribución eléctrica”.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para C.T. conectados a redes de tercera categoría (UNESA)
- Instalaciones eléctricas de enlace y centros de transformación. Alberto Guerrero Fernández. Ed. McGraw-Hill.
- Catálogos Aparamenta de BT de MERLIN GERIN: Interruptores automáticos, diferenciales, contactores y bases de corriente
- Catálogo de lámparas y luminarias Philips
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintensidades.



7.2 PÁGINAS WEB CONSULTADAS:

- **DIRECTINDUSTRY: Portal de maquinaria industrial**
 - <http://www.directindustry.es/>
- **DIALUX: Software de cálculo de iluminación**
 - <http://www.dial.de>
- **PHILIPS: Todo tipo de lámparas y luminarias cualquier determinado local**
 - <http://www.lighting.philips.com/>
- **VOLTIUM: Catálogos del sector eléctrico, con información sobre las normativas y reglamentos del mundo de la instalación.**
 - <http://www.voltimum.es/>
- **MERLIN GERIN: Todo tipo de productos y sistemas de distribución eléctrica. Celdas del centro de transformación, interruptores automáticos magnetotérmicos, interruptores automáticos diferenciales, transformadores de potencia...**
 - <http://www.schneiderelectric.es/>
- **ABB: Todo tipo de productos y sistemas de distribución eléctrica. Celdas del centro de transformación, interruptores automáticos magnetotérmicos, interruptores automáticos diferenciales, transformadores de potencia...**
 - <http://www.abb.es/>
- **LEGRAND: Lámparas y luminarias de emergencia y señalización. Tomas de Corriente. Caja para tomas de corriente. Placa de montaje para tomas de corriente...**
 - <http://www.legrand.es/>
- **ORMAZABAL: Edificio prefabricado para el centro de transformación y CT.**
 - <http://www.ormazabal.com/>



- **UNESA:** *Asociación de la Industria Española*
 - <http://www.unesa.es/>
- **IBERDROLA:** Genera, distribuye y comercializa electricidad y gas natural.
 - <http://www.iberdrola.es/>
- **TRACEPARTS:** *Biblioteca de componentes para todos los principales software de CAD.*
 - <http://www.tracepartsonline.net/>
- **BYSTRONIC:** *Empresa constructora de prensas.*
 - <http://www.bystronic.es>

Pamplona, 27 Junio de 2014

David López Ortega